

FACULTAD DE INGENIERÍA



Carrera de Ingeniería de Sistemas Computacionales

“IMPACTO DE LA ARQUITECTURA ORIENTADA A
SERVICIOS EN LA MANTENIBILIDAD EN UN SISTEMA
WEB DE DIRECTORIO Y AGENDA CULTURAL”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero de Sistemas Computacionales

Autores:

Billy Davis Huaripata Chavez

Jhan Pierd Rabanal Sangay

Asesor:

MBA Ing. Christiaan Michael Romero Zegarra

Cajamarca - Perú

2018

COPYRIGHT © 2018 by

BILLY DAVIS HUARIPATA CHAVEZ

JHAN PIERD RABANAL SANGAY

.....

Todos los Derechos Reservados

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS

El asesor MBA. Ing. Christiaan Michael Romero Zegarra, docente de la Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, carrera profesional de INGENIERÍA DE SISTEMAS COMPUTACIONALES, ha realizado el seguimiento del proceso de formulación y desarrollo de la tesis de los estudiantes:

- Huaripata Chavez Billy Davis.
- Rabanal Sangay, Jhan Pierd.

Por cuanto, **CONSIDERA** que la tesis titulada: “IMPACTO DE LA ARQUITECTURA ORIENTADA A SERVICIOS EN LA MANTENIBILIDAD EN UN SISTEMA WEB DE DIRECTORIO Y AGENDA CULTURAL” para aspirar al título profesional de: Ingeniero de sistemas computacionales por la universidad privada del norte, reúne las condiciones adecuadas, por lo cual, **AUTORIZA** al o a los interesados para su presentación.

Ing. Christiaan Michael Romero Zegarra
ASESOR

ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

El asesor y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por los Bachilleres Jhan Pierd Rabanal Sangay y Billy Davis Huaripata Chavez, denominada:

“IMPACTO DE LA ARQUITECTURA ORIENTADA A SERVICIOS EN LA MANTENIBILIDAD EN UN SISTEMA WEB DE DIRECTORIO Y AGENDA CULTURAL”

MBA. Christiaan Michael Romero Zegarra
ASESOR

Mg. Laura Sofía Bazán Díaz
JURADO
PRESIDENTE

Mg. Yuri Alexis Túllume Mechán
JURADO

Mg. Daniel Alexis Pérez Aguilar
JURADO

DEDICATORIA

A Dios,

Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para alcanzar mis
objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mis padres,

Wilmer Huaripata Aguilar y Carmela Chavez Huaman por haberme apoyado en todo
momento, por sus consejos, los valores que me inculcaron, por su constante motivación la
cual me ha permitido ser una mejor persona, pero más que nada, por su amor
incondicional.

A mis hermanas,

Marycielo Huaripata Chavez y Mírelia Huaripata Chavez, por siempre darme su apoyo y
fuerza de manera incondicional.

A toda mi familia,

Mis tíos y abuelos, quienes siempre han creído en mí, y haberme dado el valor de seguir
adelante, por estar conmigo y apoyarme siempre.

Billy Davis Huaripata Chavez

A Dios,

Por darme las fuerzas y la voluntad en la vida para seguir adelante y no dejarme desfallecer
en este camino.

A mi mamá,

Martha Sangay por su apoyo incondicional siempre, por su amor, su dedicación al
formarme como persona y sobre todo por ser el ser amado que siempre estuvo a mi lado.

A mis papás,

Segundo Rabanal y Mercedes Sangay por ser mi figura paterna y apoyo durante toda mi
vida, por darme las enseñanzas de lo que significa un caballero y un luchador en la vida.

A mis mamás,

María Cacho y Paula Estacio porque junto a mi madre me llenaron de amor, comprensión y
buenos consejos en toda mi vida.

A mis tíos,

Wilder Sangay, Luz Cachay y Mercedes Sangay, por su apoyo y cariño, por ser mis
segundos padres en la casa y todo lo que significan en mi vida.

Jhony Rabanal, Giovanna Rabanal y Milagros Rabanal; sé que más que tíos son mis
hermanos y eso dice mucho, gracias por darme su afecto, aventuras, etc.

A mi princesa,

Viviana Sánchez, no porque estés al último eres la menos importante, sino todo lo
contrario, gracias por el amor que me das desde el 4 de mayo del 2012 un viernes especial
que nunca olvidaré, te amo como amo a cada una de las personas mencionadas.

Jhan Pierd Rabanal Sangay

AGRADECIMIENTO

A Dios porque su bendición llena siempre nuestras vidas, por ser el guía, apoyo y la fortaleza en los momentos de dificultad que hemos atravesado. Cada momento por el que se pasa en la vida, la cual es una nueva oportunidad de aprender y de mejorar nuestras actitudes, cada momento y actividad que se nos presenta, debemos aprovechar y sencillamente permitirnos a nosotros mismos tener el honor de ser nosotros mismos.

A nuestra universidad, por habernos permitido formarnos en ella, a todos los docentes que fueron partícipes de este proceso, ya sea de manera directa o indirecta, gracias a todos ustedes, fueron los responsables de realizar su pequeño aporte, que el día de hoy se vería reflejado en la culminación de nuestro paso por la universidad, de manera especial al MBA Christiaan Michael Romero Zegarra, asesor de nuestra tesis, quien nos ha guiado con su paciencia y experiencia, y por su valioso aporte para el desarrollo de la presente tesis, de igual manera a la Mg. Laura Sofía Bazán Díaz, por su apoyo y tiempo.

Tabla de contenidos

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS	3
ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS.....	4
DEDICATORIA	5
AGRADECIMIENTO.....	7
ÍNDICE DE TABLAS	9
ÍNDICE DE FIGURAS	10
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	13
1.1. Realidad Problemática	13
1.2. Formulación del Problema	16
1.3. Objetivos.....	16
1.3.1. <i>Objetivo general</i>	16
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i>	17
1.4. Hipótesis	17
1.4.1. <i>Hipótesis general</i>	17
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	18
2.1. Tipo de investigación.....	18
2.1.1. <i>Según el propósito</i>	18
2.1.2. <i>Según el diseño de investigación</i>	18
2.2. Materiales, Instrumentos y métodos	18
2.2.1. <i>Población y Muestra</i>	18
2.2.2. <i>Métodos e Instrumentos</i>	18
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	20
2.4. Procedimiento	21
CAPÍTULO III. RESULTADOS	22
3.1. Objetivo Específico 1. Implementar un sistema web de directorio y agenda cultural mantenible bajo la ISO 9126.....	22
3.2. Objetivo Específico 2. Realizar un análisis de la arquitectura SOA bajo la ISO 9126 en mantenibilidad.	37
3.3. Objetivo Específico 3. Realizar un comparativo de mantenibilidad interna del sistema desarrollado en SOA y el sistema desarrollado en N capas.....	47
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	48
REFERENCIAS	51
ANEXOS	52
Anexo 1 Fichas Validadas de instrumentos:.....	52
Anexo 2 Instrumentos validados por los expertos:	55
Anexo 3 Métricas de Mantenibilidad NTP 9126:	69
Anexo 4 Estudio de Tiempos:	97
Anexo 5 Diagramas de Desarrollo:	100

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Prueba de Chi - cuadrado	18
Tabla 2 Categoría de medición de calidad interna: Arquitectura N capas (ISO 9126)	22
Tabla 3 Categoría de medición de calidad interna: Arquitectura SOA (ISO 9126).....	27
Tabla 4 Utilización de memoria Tarea - Evento N capas.....	32
Tabla 5 Utilización de la transmisión Tarea - Evento N capas	33
Tabla 6 Utilización de memoria Tarea - Evento SOA	33
Tabla 7 Utilización de la transmisión tarea - evento	34
Tabla 8 Categoría de medición de calidad Interna: N capas (ISO 9126)	37
Tabla 9 Categoría de medición de calidad Interna: SOA (ISO 9126).....	42
Tabla 10 Tabla comparativa de SOA y N capas bajo ISO 9126	47
Tabla 11 Métricas internas de analizabilidad	69
Tabla 12 Métricas internas de cambiabilidad	70
Tabla 13 Métricas internas de estabilidad	71
Tabla 14 Métricas internas de estabilidad	72
Tabla 15 Métricas internas de testeabilidad	73
Tabla 16 Métricas internas de aplicabilidad	74
Tabla 17 Métricas internas de aplicabilidad (continuación)	75
Tabla 18 Métricas internas de precisión	76
Tabla 19 Métricas internas de interoperabilidad	77
Tabla 20 Métricas internas de seguridad.....	78
Tabla 21 Métricas internas de seguridad (continuación).....	79
Tabla 22 Métricas internas de conformidad de funcionalidad	80
Tabla 23 Métricas internas de madurez	81
Tabla 24 Métricas internas de madurez (continuación)	82
Tabla 25 Métricas internas de tolerancia a fallos	83
Tabla 26 Métricas internas de recuperabilidad	84
Tabla 27 Métricas internas de conformidad de fiabilidad	85
Tabla 28 Métricas internas de comportamiento en el tiempo	86
Tabla 29 Métricas internas de comportamiento en el tiempo	87
Tabla 30 Métricas internas de comportamiento en el tiempo (continuación)	88
Tabla 31 Métricas internas de utilización de recursos	89
Tabla 32 Métricas internas de utilización de recursos (continuación)	90
Tabla 33 Métricas internas de conformidad de eficiencia	91
Tabla 34 Métricas internas de adaptabilidad	92
Tabla 35 Métricas internas de adaptabilidad (continuación)	93
Tabla 36 Métricas internas de instalabilidad	94
Tabla 37 Métricas internas de co-existencia.....	95
Tabla 38 Métricas internas de reemplazabilidad.....	96
Tabla 39 Métricas internas de la conformidad de portabilidad	97
Tabla 40 Utilización de la transmisión tarea - evento N capas	97
Tabla 41 Utilización de la transmisión tarea - evento N capas	98
Tabla 42 Utilización de memoria tarea - evento SOA	98
Tabla 43 Utilización de memoria tarea - evento N capas.....	99

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Velocidad de carga en el sistema con N capas	34
Figura 2 Velocidad de carga en el sistema con N capas versión móvil	35
Figura 3. Velocidad de carga en el sistema con SOA	35
Figura 4. Velocidad de carga en el sistema con SOA versión móvil	36
Figura 5 Actores del sistema	100
Figura 6 Diagrama de Clases Directorio	100
Figura 7 Diagrama de Base de datos	101
Figura 8 Diagrama de Clases de Agenda	102
Figura 9 Diagrama de componentes	103
Figura 10 Diagrama de flujo activo buscar	104
Figura 11 Diagrama de flujo activo eliminar	105
Figura 12 Diagrama de flujo activo listar	106
Figura 13 Diagrama de flujo activo modificar	108
Figura 14 Diagrama de flujo activo registrar	108
Figura 15 Diagrama de flujo ambiente buscar	109
Figura 16 Diagrama de flujo ambiente eliminar	110
Figura 17 Diagrama de flujo ambiente listar	111
Figura 18 Diagrama de flujo ambiente modificar	112
Figura 19 Diagrama de flujo ambiente registrar	113
Figura 20 Diagrama de flujo evento buscar	114
Figura 21 Diagrama de flujo evento eliminar	115
Figura 22 Diagrama de flujo evento listar	116
Figura 23 Diagrama de flujo evento modificar	117
Figura 24 Diagrama de flujo evento registrar	118
Figura 25 Diagrama de flujo ocupación cultural buscar	119
Figura 26 Diagrama de flujo ocupación cultural eliminar	120
Figura 27 Diagrama de flujo ocupación cultural listar	121
Figura 28 Diagrama de flujo ocupación cultural modificar	122
Figura 29 Diagrama de flujo ocupación cultural registrar	123
Figura 30 Diagrama de flujo organización buscar	124
Figura 31 Diagrama de flujo organización eliminar	125
Figura 32 Diagrama de flujo organización listar	126
Figura 33 Diagrama de flujo organización modificar	127
Figura 34 Diagrama de flujo organización registrar	128
Figura 35 Diagrama de flujo persona buscar	129
Figura 36 Diagrama de flujo persona eliminar	130
Figura 37 Diagrama de flujo persona listar	131
Figura 38 Diagrama de flujo persona modificar	132
Figura 39 Diagrama de flujo persona registrar	133
Figura 40 Diagrama de flujo profesión buscar	134
Figura 41 Diagrama de flujo profesión eliminar	135
Figura 42 Diagrama de flujo profesión listar	136
Figura 43 Diagrama de flujo profesión modificar	137
Figura 44 Diagrama de flujo profesión registrar	138

RESUMEN

La presente investigación está enfocada en determinar el impacto de una arquitectura orientada a servicios en la mantenibilidad en un sistema web de “directorio y agenda cultural”, por lo que se tomó como referencia la norma técnica peruana adaptada de la ISO 9126, en donde se ha identificado las métricas de mantenibilidad aplicables al software y a la arquitectura, posteriormente validadas utilizando fichas de observación aprobadas por expertos, del mismo modo se estudió referencias lo más cercanas a la investigación y de igual manera se tomó como pretest un software desarrollado en N capas que cumplía las mismas funciones que el software desarrollado en SOA, la principal limitación encontrada a lo largo del desarrollo de la investigación, fue la falta de referencias de mantenibilidad bajo la ISO 9126. El resultado obtenido fue que el sistema desarrollado con una arquitectura basada en SOA cumplió con los parámetros de mantenibilidad especificados por la ISO 9126, a diferencia del mismo sistema desarrollado con una arquitectura basada en N capas, que no alcanzaba a cumplir en algunas métricas con los valores mínimos establecidos por la ISO 9126 en mantenibilidad, por tal motivo se concluyó que una arquitectura orientada a servicios es más mantenible a lo largo del tiempo y de bajo costo.

Palabras clave: Mantenibilidad, ISO 9126, NTP, arquitectura, N capas, SOA, patrón de diseño.

ABSTRACT

This research is focused on determining the impact of a service oriented architecture on maintainability in a web system of “directorio y agenda cultural”, so the Norma Técnica Peruana adapted from ISO 9126 was taken as reference, where it has been identified maintenance metrics applicable to software and architecture, later validated using observation sheets approved by experts, in the same way references were studied as close to the research and a software developed in N layers was taken as a pre-test, that fulfilled the same functions as the software developed in SOA, the main limitation found throughout the development of the research, were the few references on maintainability under ISO 9126. The result obtained was that the system developed with an architecture based on SOA complied with the maintainability parameters specified by ISO 9126, unlike the same system developed with an architecture based on N layers, which didn't meet in some metrics with the minimum values established by ISO 9126 in maintainability, for this reason it was concluded that a service oriented architecture is more maintainable over time and low cost.

Keys words: Maintainable, ISO 9126, NTP, N layers, SOA, design pattern.

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

En la actualidad las empresas están demandado sistemas de software que estén alineados a los requerimientos de los usuarios y a diferentes estándares de calidad, lo que ha incrementado el tamaño de los sistemas de software y su complejidad, por consecuente los sistemas son difíciles de mantener y esto incrementa los costos, como lo mencionan Altamirano Briceño & Martha Melissa (2015), en su investigación donde plantean automatizar y mejorar los procesos de negocio desarrollando un sistema preparado para adaptarse ante nuevas tecnologías, necesidades y cambios en los requerimientos del cliente y usuarios, concluyendo que la implementación de una solución informática basada en SOA, es flexible ante los cambios y se adapta a las nuevas necesidades del mercado. Dicho esto, se puede deducir que un software desarrollado debe tener flexibilidad necesaria para adaptarse al futuro, además que el mantenimiento se debe hacer de forma rápida y efectiva, y por ende afectar lo menos posible en las labores de la entidad que lo use. Como mencionan Martines et al. (2016) en su investigación el cual tuvo como objetivo especificar un conjunto de procesos que permitan incluir atributos de mantenibilidad al producto de software durante el proceso de desarrollo con el fin de potenciar esta característica con lo que concluyeron que el mantenimiento de software es una actividad muy importante y crítica para las empresas que conforman la industria del software. Se puede considerar que el problema de costos durante la etapa de mantenimiento reside en que no se tienen en cuenta aspectos de mantenibilidad durante el desarrollo del producto software, como es mencionado por Francisco Ruiz y Macario Polo (2001) en su informe donde tienen como objetivo adquirir una buena base conceptual, metodológica y aplicada sobre el problema del mantenimiento de software, la etapa más costosa del ciclo de vida de un producto de

software, para después concluir que en base a sus resultados el costo de mantenimiento depende de la capacidad de mantenibilidad del sistema, a una mayor mantenibilidad menor costo, de igual manera Martínez et al. (2015) en su investigación, mencionan que el problema de costos durante la etapa de mantenimiento reside en que no se tienen en cuenta aspectos de mantenibilidad durante el desarrollo del producto software, y llegaron a la conclusión que la mantenibilidad de software es una característica de calidad que se debe considerar desde etapas tempranas del ciclo de vida del producto y durante todo el proceso de desarrollo de software con el fin de disminuir los costos de desarrollo y obtener un producto altamente mantenible.

El glosario de términos del estándar de la IEEE de Ingeniería de Software define la mantenibilidad como: “La facilidad con la cual un sistema de software o componente puede ser modificado para corregir fallas, mejorar su desempeño u otros atributos; o adaptarse a cambio del ambiente” (IEEE, 1990). Por lo tanto, al corregir errores debe realizarse de forma rápida y efectiva, incluso debe ser posible agregar funciones nuevas al sistema, aumentando la facilidad del uso del software a través del tiempo, incrementando el rendimiento, resolviendo problemas de vulnerabilidades, y finalmente es necesario que el sistema sea compatible con nuevos sistemas operativos que varían a través del tiempo, del mismo modo, la ISO 25000 sobre calidad del producto de software, define a la mantenibilidad como: “Una característica que representa la capacidad del producto de software para ser modificado efectiva y eficientemente, debido a necesidades evolutivas, correctivas o perfectivas” (Organización Internacional de Normalización, 2018). En consecuencia, la mantenibilidad es una característica de calidad del software relacionada con la facilidad de mantenimiento, a mayor mantenibilidad, menores costos de

mantenimiento, como es mencionado por De la Torre et al. (2010), en su libro “Guía de Arquitectura N-Capas orientada al Dominio con .NET 4.0”, para cumplir con la mantenibilidad del software, es necesario realizar un buen análisis desde el diseño, específicamente nos centraremos en la arquitectura de software, ya que si se encuentra deficiente, en el peor de los casos, hay grandes posibilidades de implementar un software que no cumpla con todos los requerimientos establecidos, lo que generará volver a desarrollar el sistema, incrementando el costo de este; por lo que es necesario conocer y comprender los elementos críticos al diseñar una arquitectura de software, para así lograr una base sólida para el proyecto, conseguir que la plataforma sea escalable, permitir una mayor adaptabilidad, reducir tiempos de creación, entrega del proyecto y principalmente reducir los costos de mantenimiento.

El problema se centra en que las organizaciones necesitan una arquitectura para poder mitigar los problemas que surgen al trabajar en ambientes cada vez más competitivos, globales y dinámicos, si bien es cierto que, con el crecimiento de las empresas, necesitan poder interconectar los procesos, personas e información tanto con la propia organización como con subsidiarias y socios comerciales, en suma, es necesario optar por una arquitectura que abarque estos puntos, una de ellas es la arquitectura orientada a servicios(SOA), recomendada por Flores (2014), en su investigación donde tuvo como objetivo desarrollar e implementar un sistema de gestión de ventas empleando arquitectura SOA que permita una adecuada administración de la información, y logro determinó que se debe tener en cuenta que el modelo SOA resulta enormemente válido y flexible para la implementación de servicios muy reutilizables e invocables desde aplicaciones cliente de cualquier tipo. Del mismo modo SOA establece un marco de diseño para la integración de aplicaciones independientes de manera que desde la red,

es posible acceder a sus funcionalidades, las cuales se ofrecen como servicios (Microsoft Corporation, 2017). Para justificar esto es posible apoyarnos en Joyce et al. (2005) y su artículo donde tienen como objetivo demostrar la adopción de SOA hacia el desarrollo de aplicaciones distribuidas con la promesa de tener sistemas integrados y con una mejor agilidad para desarrollar aplicaciones reutilizando servicios, finalmente concluyeron que SOA ha sido ampliamente adoptada a desarrollar aplicaciones distribuidas para la integración de sistemas heredados y mayor agilidad al crear aplicaciones mediante la reutilización de servicios, además de considerar el papel importante de SOA respecto a las contribuciones en reciente ISO 25010 y una comparación con ISO 9126 - 3, la cual es un conjunto de métricas para evaluar las características de calidad internas de software (Organización Internacional de Normalización, 2016).

Para poder comprobar la eficiencia de SOA en mantenibilidad, se midieron dos sistemas, en entornos similares, uno de ellos desarrollado en N-Capas (Pre test) y un segundo sistema desarrollado en SOA (Post test), con las mismas funciones que el anterior sistema.

1.2. Formulación del Problema

¿Cómo impacta una arquitectura orientada a servicios en la mantenibilidad en un sistema web de directorio y agenda cultural?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar el impacto de una arquitectura orientada a servicios en la mantenibilidad en un sistema web de directorio y agenda cultural.

1.3.2. Objetivos específicos

- Implementar un sistema web de directorio y agenda cultural mantenible bajo la ISO 9126.
- Realizar un análisis de la arquitectura SOA bajo la ISO 9126 en mantenibilidad.
- Realizar un comparativo de mantenibilidad interna del sistema desarrollado en SOA y del sistema desarrollado en N capas

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

El uso de la arquitectura orientada a servicios produce un impacto considerablemente positivo en la mantenibilidad en un sistema web de directorio y agenda cultural.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

2.1.1. Según el propósito

Aplicada.

2.1.2. Según el diseño de investigación

Experimental, de tipo cuasi experimental.

2.2. Materiales, Instrumentos y métodos

2.2.1. Población y Muestra

Para la presente investigación el muestreo es igual a la población, lo cual consiste en

3 849 líneas de código C#.

2.2.2. Métodos e Instrumentos

- Prueba de Chi – cuadrado para realizar el contraste que se dispone en base a las variables tanto en pre-test como en post-test (Minitab 18, 2018).

Tabla 1 Prueba de Chi - cuadrado

	Valor	Gl	Significación A sintónica (bilateral)
Chi - Cuadrado	45.27	1	3,8415

Como el valor calculado, es mayo que el valor de la tabla, nuestra hipótesis es válida.

- Métricas de Mantenibilidad de la ISO 9126 según la NTP, las métricas a utilizar en nuestro caso son las siguiente:
 - Facilidad de Mantenimiento
 - Analizabilidad – ver anexo 3 – métricas internas de analizabilidad.
 - Cambiabilidad – ver anexo 3 – métricas internas de cambiabilidad.
 - Estabilidad – ver anexo 3 – métricas internas de estabilidad.
 - Testeabilidad – ver anexo 3 – métricas internas de testeabilidad.

- Funcionalidad
 - Aplicabilidad – ver anexo 3 – métricas internas de aplicabilidad.
 - Precisión – ver anexo 3 – métricas internas de precisión.
 - Interoperabilidad – ver anexo 3 – métricas internas de interoperabilidad.
 - Seguridad – ver anexo 3 – métricas internas de seguridad.
 - Conformidad de funcionalidad – ver anexo 3 – métricas internas de conformidad de funcionalidad.
- Fiabilidad
 - Madurez – ver anexo 3 – métricas internas de madurez.
 - Tolerancia a fallos – ver anexo 3 – métricas internas de tolerancia a fallos.
 - Recuperabilidad – ver anexo 3 – métricas internas de recuperabilidad.
 - Conformidad de fiabilidad – ver anexo 3 – métricas internas de conformidad de fiabilidad.
- Eficiencia
 - Comportamiento en el tiempo – ver anexo 3 – métricas internas de comportamiento en el tiempo.
 - Utilización de recursos – ver anexo 3 – métricas internas de utilización de recursos.
 - Conformidad de eficiencia – ver anexo 3 – métricas internas de conformidad de eficiencia.
- Portabilidad
 - Adaptabilidad – ver anexo 3 – métricas internas de adaptabilidad.

- Instalabilidad – ver anexo 3 – métricas internas de instalabilidad.
 - Co-existencia – ver anexo 3 – métricas internas de co-existencia.
 - Reemplazabilidad – ver anexo 3 – métricas internas de reemplazabilidad.
 - Conformidad de portabilidad – ver anexo 3 – métricas internas de conformidad de portabilidad.
- Estudio de tiempos, utilizando los valores registrados por el IDE Visual Studio (ver anexo 4 – Utilización de la transmisión tarea – evento).

Estudio de uso de memoria, utilizando los valores registrados por el IDE Visual Studio (ver anexo 4 – Utilización de memoria tarea – evento).

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas utilizadas en la presente investigación fue la siguiente

- **Ficha de observación: Categoría de medición de calidad Interna: N capas (ISO 9126)**

La ficha de observación fue establecida como el pretest, ya que fueron los primeros valores que obtuvimos en base a la NTP 9126, validadas por los expertos (ver Anexos 2).

- **Ficha de observación: Categoría de medición de calidad Interna: Arquitectura SOA (ISO 9126)**

La ficha de observación fue establecida como el post-test, ya que fueron los últimos valores que obtuvimos basados en la NTP 9126, validadas por los expertos (ver Anexos 2).

- **Ficha de observación: comparativa SOA y N capas bajo ISO 9126**

La ficha de observación fue establecida como un cuadro comparativo de los valores de las métricas basadas en la NTP 9126, validadas por los expertos (ver Anexos 2)

2.4. Procedimiento

El procedimiento fue el siguiente:

- Estudio de la realidad problemática de un software de directorio y agenda cultural que no se podía acoplar servicios por la arquitectura en la que se desarrolló.
- Nueva toma de requerimientos para la construcción del post test.
- Ficha de observación (pretest) para medir las métricas de mantenibilidad que arrojaba el sistema.
- Propuesta de solución al problema
- Selección de metodología y arquitectura a utilizar.
- Implementación del producto de software
- Periodo de pruebas de viabilidad del producto de software
- Ficha de observación (post-test) para medir las métricas de mantenibilidad del nuevo sistema para no volver a tener los problemas de nuevas tecnologías a implementar.
- Comparación de resultados de ambas fichas de observación.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Objetivo Específico 1. Implementar un sistema web de directorio y agenda cultural mantenible bajo la ISO 9126.

Basados en la ISO 9126 de la NTP (2005), se ha evaluado los productos de software del pre test y post test como se muestra a continuación:

Tabla 2 *Categoría de medición de calidad interna: Arquitectura N capas (ISO 9126)*

Categoría de medición de calidad Interna: N capas (ISO 9126)				
Característica	Sub Característica	Métricas	Resultado de la evaluación	Interpretación
Funcionalidad	Aplicabilidad	Adecuación funcional	$x = 1 - \frac{0}{52}$ $x = 1$	Se cumple al 100% el número de funciones revisadas
		Integridad de implementación funcional	$x = 1 - \frac{9}{52}$ $x = 0.83$	Se cumple al 83% con el número total de funciones específicas descritas en los requerimientos.
		Cobertura de la implementación funcional	$x = 1 - \frac{14}{52}$ $x = 0.73$	Se cumple al 73% con el número total de funciones específicas descritas en los requerimientos, en base a funciones implementadas o faltantes
		Estabilidad (volatilidad) de la especificación funcional	$x = 1 - \frac{25}{52}$ $x = 0.52$	Se cumple al 52% el número de funciones cambiadas con respecto al número de funciones descritas ERCU
	Precisión	Exactitud de Cálculos	$x = 1 - \frac{4}{4}$ $x = 0$	Se cumple al 0% el número de funciones implementadas con los requerimientos
		Precisión	$x = 1 - \frac{4}{4}$ $x = 0$	Se cumple al 0% el número de datos implementados con niveles de precisión específicos
	Interoperabilidad	Intercambiabilidad de datos (basados en formatos de datos)	$x = \frac{1}{4}$ $x = 0.25$	Se cumple al 25% las interfaces implementadas según requerimientos

Categoría de medición de calidad Interna: N capas (ISO 9126)				
Característica	Sub Característica	Métricas	Resultado de la evaluación	Interpretación
		Consistencia de las interfaces	$x = \frac{1}{5}$ $x = 0.2$	Se cumple al 20% los números de protocolos de interfaz implementados
	Seguridad	Auditoría de accesos	$x = \frac{3}{7}$ $x = 0.43$	Se cumple al 43% los tipos de accesos implementados con los requeridos
		Control de accesos	$x = \frac{3}{7}$ $x = 0.43$	Se cumple al 43% los accesos implementados con los requeridos
		Prevención de corrupción de datos	$x = \frac{0}{0}$ $x = 0$	Se cumple al 0% la prevención de corrupción de datos implementadas según los requerimientos
		Encriptación de datos	$x = \frac{1}{2}$ $x = 0.5$	Se cumple al 50% las instancias a encriptar según los requerimientos
	Conformidad de funcionalidad	Conformidad de funcionalidad	$x = \frac{0}{52}$ $x = 0$	Se cumple al 0% el número de ítems correctamente implementados según los requerimientos
		Conformidad con normas para intersistemas	$x = \frac{0}{52}$ $x = 0$	Se cumple al 0% el número de interfaces implementadas según las especificaciones
Fiabilidad	Madurez	Detección de fallas	$x = \frac{4}{13}$ $x = 0.31$	Se detectaron 0.31 fallas.
		Eliminación de fallas	$x = 0$ $y = \frac{0}{4}$ $y = 0$	Se eliminaron 0 fallas
		Suficiencia de pruebas	$x = \frac{0}{48}$ $x = 0$	No se cumple con el número de pruebas requeridos
	Tolerancia a fallos	Prevención de fallos	$x = \frac{0}{76}$ $x = 0$	Se considera ningún patrón de falla para prevención
		Prevención de operación incorrecta	$x = \frac{9}{21}$ $x = 0.43$	Se han implementado 0.43 funciones con capacidad de

Categoría de medición de calidad Interna: N capas (ISO 9126)				
Característica	Sub Característica	Métricas	Resultado de la evaluación	Interpretación
				prevención de operación incorrecta
	Recuperabilidad	Capacidad de restauración	$x = \frac{0}{0}$ $x = 0$	Se cumple al 0% el número de requerimientos de restauración implementados
		Efectividad de la capacidad de restauración	$x = \frac{0}{0}$ $x = 0$	No se aplicó
	Conformidad de fiabilidad	Conformidad de fiabilidad	$x = \frac{0}{0}$ $x = 0$	Se cumple al 0% lo ítems implementados relacionados con la fiabilidad.
Eficiencia	Comportamiento en el tiempo	Tiempo de respuesta	16.19 s	16.19 segundos es el tiempo estimado promedio para completar una tarea específica
		Tiempo de rendimiento	1	Se cumple el ratio de 1 tarea por unidad de tiempo mínima establecida
		Tiempo de retorno	5.83 s	Tiempo estimado para completar un grupo de tareas relacionadas con un trabajo en lote
	Utilización de recursos	Densidad de los mensajes de entrada y salida	$x = \frac{0}{0}$ $x = 0$	Se estima de 0 E/S de buffer
		Utilización de memoria	37422.25 bytes	Es la densidad de en bytes de los mensajes relacionados a E/S
		Utilización de transmisión	84436.919 bytes/segundos	Es el tamaño estimado de memoria que ocupará el producto de software
	Conformidad de eficiencia	Conformidad de eficiencia	$x = \frac{40}{52}$ $x = 0.77$	Se tiene al 77% la medida que cumple la eficiencia del producto con respecto a regulaciones, normas y convenciones.
Portabilidad	Adaptabilidad	Adaptabilidad de estructura de datos	$x = \frac{109}{109}$ $x = 1$	Se tiene al 100% que el producto es adaptable a

Categoría de medición de calidad Interna: N capas (ISO 9126)				
Característica	Sub Característica	Métricas	Resultado de la evaluación	Interpretación
				cambios de estructuras de datos.
		Adaptabilidad del hardware al entorno	$x = \frac{109}{109}$ $x = 1$	El producto de software es 100% adaptable al cambio de hardware.
		Adaptabilidad al entorno organizacional	$x = \frac{52}{52}$ $x = 1$	EL producto es adaptable al 100% al cambio organizacional.
		Facilidad de portabilidad para el usuario	$x = \frac{52}{52}$ $x = 1$	El producto es 100 portable a operaciones.
		Adaptabilidad al entorno del sistema software	$x = \frac{52}{52}$ $x = 1$	El producto es 100 adaptable a cambios de entorno de software.
	Instalabilidad	Facilidad de reinstalación	$x = \frac{0}{1}$ $x = 0$	La reinstalación está en 0, ya que solo un experto en levantamiento de sistemas web podría reinstalar el sistema.
		Esfuerzo de instalación	$x = \frac{0}{2}$ $x = 0$	No se necesita esfuerzo de instalación ya que no tiene un instalador, más bien es desplegado.
		Flexibilidad de la instalación	$x = \frac{0}{0}$ $x = 0$	Al no contar con un instalable, no es medible la flexibilidad
	Co existencia	Capacidad de co existencia	$x = \frac{9}{13}$ $x = 0.69$	Se tiene el 69% de flexibilidad del producto para compartir su entorno sin impactos adversos.
	Reemplazabilidad	Uso continuo de datos	$x = \frac{0}{0}$ $x = 0$	Se tiene al 0% la cantidad de datos originales permanentes sin cambios después del reemplazo del producto.
		Invariabilidad de la función	$x = \frac{0}{0}$ $x = 0$	Se tiene 0% de funciones que permanecen sin cambios

Categoría de medición de calidad Interna: N capas (ISO 9126)				
Característica	Sub Característica	Métricas	Resultado de la evaluación	Interpretación
	Conformidad de portabilidad	Conformidad de portabilidad	$x = \frac{52}{52}$ $x = 1$	Se tiene al 100% la conformidad de portabilidad del producto en base de regulaciones, estándares y convenciones aplicables

Categoría de medición de calidad Interna: Producto de software (ISO 9126)				
Característica	Sub Característica	Métricas	Resultado de la evaluación	Interpretación
Facilidad de Mantenimiento	Cambiabilidad	Registro de cambios	$x = \frac{17}{35}$ $x = 0.49$	Se tiene al 49% la conformidad de portabilidad del producto en base de regulaciones, estándares y convenciones aplicables
	Estabilidad	Impacto de cambios	$x = 1 - \frac{7}{35}$ $x = 0.8$	Se detectó un 80% de impactos adversos después de modificaciones hechas.
		Impacto de la modificación	$x = \frac{6}{17}$ $x = 0.35$	Hay un 35 % de datos afectadas por modificación.
		Complejidad de las funciones de prueba incorporadas	$x = \frac{0}{48}$ $x = 0$	No se incorporó las pruebas requeridas según lo especificado.
		Autonomía de la testeabilidad	$x = \frac{0}{0}$ $x = 0$	El sistema no es independiente de otros sistemas simulados.
		Capacidad para observar el progreso de las pruebas	$x = \frac{0}{0}$ $x = 0$	El sistema no cuenta con las comprobaciones implementadas.
	Testeabilidad	Disponibilidad de la función de pruebas incorporadas	$x = \frac{0}{0}$ $x = 0$	El sistema no cuenta con la disponibilidad de la función
		Eficiencia de pruebas después de la corrección	$x = \frac{\sum 0}{0}$ $x = 0$	No se realizó pruebas en esta métrica.
		Capacidad de reanudar la prueba	$x = \frac{0}{0}$ $x = 0$	No existen funciones para recuperación ante caídas.

Categoría de medición de calidad Interna: Producto de software (ISO 9126)				
Característica	Sub Característica	Métricas	Resultado de la evaluación	Interpretación
	Analizabilidad	Registro de actividades	$x = \frac{732}{732}$ $x = 1$	En un 100% se cumple con los datos registrados de acuerdo a las especificaciones.
		Preparación de funciones de diagnóstico	$x = \frac{0}{0}$ $x = 0$	No se realizó análisis en esta métrica.

De la misma manera se evaluó para la arquitectura en SOA (Post test).

Tabla 3 *Categoría de medición de calidad interna: Arquitectura SOA (ISO 9126)*

Categoría de medición de calidad Interna: Arquitectura SOA (ISO 9126)				
Característica	Sub Característica	Métricas	Resultado de la evaluación	Interpretación
Funcionalidad	Aplicabilidad	Adecuación funcional	$x = 1 - \frac{0}{41}$ $x = 1$	Se cumple al 100% el número de funciones revisadas
		Integridad de implementación funcional	$x = 1 - \frac{0}{41}$ $x = 1$	Se cumple al 100% con el número total de funciones específicas descritas en los requerimientos.
		Cobertura de la implementación funcional	$x = 1 - \frac{0}{41}$ $x = 1$	Se cumple al 100% con el número total de funciones específicas descritas en los requerimientos, en base a funciones implementadas o faltantes
		Estabilidad (volatilidad) de la especificación funcional	$x = 1 - \frac{5}{41}$ $x = 0.87$	Se cumple al 87% el número de funciones cambiadas con respecto al número de funciones descritas ERCU
	Precisión	Exactitud de Cálculos	$x = 1 - \frac{0}{0}$ $x = 1$	Se cumple al 100% el número de funciones implementadas con los requerimientos
		Precisión	$x = 1 - \frac{0}{0}$ $x = 1$	Se cumple al 100% el número de datos

Categoría de medición de calidad Interna: Arquitectura SOA (ISO 9126)				
Característica	Sub Característica	Métricas	Resultado de la evaluación	Interpretación
	Interoperabilidad			implementados con niveles de precisión específicos
		Intercambiabilidad de datos (basados en formatos de datos)	$x = \frac{3}{3}$ $x = 1$	Se cumple al 100% las interfaces implementadas según requerimientos
		Consistencia de las interfaces	$x = \frac{3}{3}$ $x = 1$	Se cumple al 100% los números de protocolos de interfaz implementados
	Seguridad	Auditoría de accesos	$x = \frac{4}{4}$ $x = 1$	Se cumple al 100% los tipos de accesos implementados con los requeridos
		Control de accesos	$x = \frac{36}{36}$ $x = 1$	Se cumple al 100% los accesos implementados con los requeridos
		Prevención de corrupción de datos	$x = \frac{1}{1}$ $x = 1$	Se cumple al 100% la prevención de corrupción de datos implementadas según los requerimientos
		Encriptación de datos	$x = \frac{1}{2}$ $x = 0.5$	Se cumple al 50% las instancias a encriptar según los requerimientos
	Conformidad de funcionalidad	Conformidad de funcionalidad	$x = \frac{41}{41}$ $x = 1$	Se cumple al 100% el número de ítems correctamente implementados según los requerimientos
		Conformidad con normas para intersistemas	$x = \frac{8}{8}$ $x = 1$	Se cumple al 100% el número de interfaces implementadas según las especificaciones
Fiabilidad	Madurez	Detección de fallas	$x = \frac{0}{0}$ $x = 0$	Se detectaron 0 fallas.
		Eliminación de fallas	$x = 0$ $y = \frac{0}{0}$ $y = 0$	Se eliminaron 0 fallas.
		Suficiencia de pruebas	$x = \frac{4}{4}$ $x = 1$	Se cumple con el número de pruebas requeridos.

Categoría de medición de calidad Interna: Arquitectura SOA (ISO 9126)				
Característica	Sub Característica	Métricas	Resultado de la evaluación	Interpretación
	Tolerancia a fallos	Prevención de fallos	$x = \frac{13}{13}$ $x = 1$	Solo se considera un patrón de falla para prevención.
		Prevención de operación incorrecta	$x = \frac{37}{37}$ $x = 1$	Cada función principal implementada cuenta con capacidad de prevención de fallos.
	Recuperabilidad	Capacidad de restauración	$x = \frac{4}{4}$ $x = 1$	Se cumple al 100% el número de requerimientos de restauración implementados
		Efectividad de la capacidad de restauración	$x = \frac{0}{0}$ $x = 0$	No se aplicó
	Conformidad de fiabilidad	Conformidad de fiabilidad	$x = \frac{41}{41}$ $x = 1$	Se cumple al 100% lo ítems implementados relacionados con la fiabilidad.
Eficiencia	Comportamiento en el tiempo	Tiempo de respuesta	3.34 s	3.34 segundos es el tiempo estimado promedio para completar una tarea específica
		Tiempo de rendimiento	9	Se cumple el ratio de 9 tarea por unidad de tiempo mínima establecida
		Tiempo de retorno	1.0685 s	Tiempo estimado para completar un grupo de tareas relacionadas con un trabajo en lote
	Utilización de recursos	Utilización de entradas y salidas	$x = \frac{0}{0}$ $x = 0$	Se estima de 0 E/S de buffer
		Densidad de los mensajes de entrada y salida	29586.75 bytes	Es la densidad de en bytes de los mensajes relacionados a E/S
		Utilización de memoria	287143.88 bytes/segundos	Es el tamaño estimado de memoria que ocupará el producto de software
		Densidad de mensajes en la	$x = \frac{40}{52}$ $x = 0.77$	Se tiene que 0.77 es la densidad de mensajes relacionados a la utilización

Categoría de medición de calidad Interna: Arquitectura SOA (ISO 9126)				
Característica	Sub Característica	Métricas	Resultado de la evaluación	Interpretación
		utilización de memoria		de la memoria en las líneas de código.
		Utilización de transmisión	$x = \frac{109}{109}$ $x = 1$	Se tiene que 1 es la cantidad estimada de la utilización de la transmisión de recursos.
	Conformidad de eficiencia	Conformidad de eficiencia	$x = \frac{109}{109}$ $x = 1$	Se tiene al 100% la medida que cumple la eficiencia del producto con respecto a regulaciones, normas y convenciones.
Portabilidad	Adaptabilidad	Adaptabilidad de estructura de datos	$x = \frac{1}{1}$ $x = 1$	Se tiene al 100% que el producto es adaptable a cambios de estructuras de datos.
		Adaptabilidad del hardware al entorno	$x = \frac{41}{41}$ $x = 1$	El producto de software es 100% adaptable al cambio de hardware.
		Adaptabilidad al entorno organizacional	$x = \frac{41}{41}$ $x = 1$	EL producto es adaptable al 100% al cambio organizacional.
		Facilidad de portabilidad para el usuario	$x = \frac{41}{41}$ $x = 1$	El producto es 100 portable a operaciones.
		Adaptabilidad al entorno del sistema software	$x = \frac{41}{41}$ $x = 1$	El producto es 100 adaptable a cambios de entorno de software.
	Instalabilidad	Facilidad de reinstalación	$x = \frac{0}{0}$ $x = 0$	La reinstalación está en 0, ya que solo un experto en levantamiento de sistemas web podría reinstalar el sistema.
		Esfuerzo de instalación	$x = \frac{0}{0}$ $x = 0$	No se necesita esfuerzo de instalación ya que no tiene un instalador, más bien es desplegado.
		Flexibilidad de la instalación	$x = \frac{0}{0}$ $x = 0$	Al no contar con un instalable, no es medible la flexibilidad

Categoría de medición de calidad Interna: Arquitectura SOA (ISO 9126)				
Característica	Sub Característica	Métricas	Resultado de la evaluación	Interpretación
	Co existencia	Capacidad de co existencia	$x = \frac{9}{9}$ $x = 1$	Se tiene el 100% de flexibilidad del producto para compartir su entorno sin impactos adversos.
	Reemplazabilidad	Uso continuo de datos	$x = \frac{41}{41}$ $x = 1$	Se tiene al 100% la cantidad de datos originales permanentes sin cambios después del reemplazo del producto.
		Invariabilidad de la función	$x = 1 - \frac{0}{41}$ $x = 1$	Se tiene el 100% de funciones que permanecen sin cambios
	Conformidad de portabilidad	Conformidad de portabilidad	$x = \frac{10}{10}$ $x = 1$	Se tiene al 100% la conformidad de portabilidad del producto en base de regulaciones, estándares y convenciones aplicables

Categoría de medición de calidad Interna: Producto de software (ISO 9126)				
Característica	Sub Característica	Métricas	Resultado de la evaluación	Interpretación
Facilidad de Mantenimiento	Cambiabilidad	Registro de cambios	$x = \frac{0}{41}$ $x = 0$	No se cuenta con comentarios después de cambios en funciones y/o módulos.
	Estabilidad	Impacto de cambios	$x = 1 - \frac{0}{27}$ $x = 1$	No se detectaron impactos adversos después de modificaciones hechas.
		Impacto de la modificación	$x = \frac{0}{10}$ $x = 0$	No se detectaron variables de datos afectadas por modificación.
		Complejidad de las funciones de prueba incorporadas	$x = \frac{9}{9}$ $x = 1$	Se incorporó el 100% de las pruebas requeridas según lo especificado.
		Autonomía de la testeabilidad	$x = \frac{9}{9}$ $x = 1$	El sistema es 100% independiente de otros sistemas simulados.
		Capacidad para observar el progreso de las pruebas	$x = \frac{36}{36}$ $x = 1$	El sistema cuenta con un 100%, en las comprobaciones implementadas.
	Testeabilidad	Disponibilidad de la función de	$x = \frac{8}{9}$	En un 75% el responsable de mantenimiento puede

Categoría de medición de calidad Interna: Producto de software (ISO 9126)				
Característica	Sub Característica	Métricas	Resultado de la evaluación	Interpretación
		pruebas incorporadas	$x = 0.8$	realizar pruebas incorporadas.
		Eficiencia de pruebas después de la corrección	$x = \frac{\sum 0}{0}$ $x = 0$	No se realizó pruebas en esta métrica.
		Capacidad de reanudar la prueba	$x = \frac{36}{41}$ $x = 0.88$	En un 76% los usuarios responsables de mantenimiento realizan fácilmente las pruebas de test
	Analizabilidad	Registro de actividades	$x = \frac{41}{41}$ $x = 1$	En un 100% se cumple con los datos registrados de acuerdo a las especificaciones.
		Preparación de funciones de diagnóstico	$x = \frac{0}{0}$ $x = 0$	No se realizó análisis en esta métrica.

En la tabla se presenta las métricas a ser llenadas para medir la mantenibilidad en base a la arquitectura Orientada a servicio.

Según los resultados entre la Tabla 2 y Tabla 3 podemos decir que el producto de software bajo la arquitectura orientada a servicios es más adecuado en la mantenibilidad de un sistema bajo las métricas establecidas por la ISO 9126 y adaptadas a la NTP, ya que los resultados de evaluación de cada métrica se acercan al nivel requerido por sobre la media, para apoyar los resultados obtenidos, a continuación, las tablas de tomas de tiempo con las que se desarrolló.

- Medida de tiempos y uso de memoria en N capas (Pre test)

Tabla 4 Utilización de memoria Tarea - Evento N capas

UTILIZACIÓN DE MEMORIA TAREA - EVENTO N CAPAS				
	Tarea Crear	Tarea Editar	Tarea Eliminar	Tarea buscar
Activo	1487	1986	1602	1360
Ambiente	2371	1473	1892	2698
Evento	25750	20956	2164	2131
Ocupación Cultural	2239	1444	1674	2146
Organización	2064	2836	2002	2764
Persona	21034	22392	2059	1663
Profesión	1575	1526	2919	2867
Usuario	2313	2750	2884	2668

En la tabla 4 se muestra los resultados de utilización de memoria por tarea arrojados por la herramienta de diagnóstico del Visual studio (2018) del producto de software elaborado en N capas, en donde podemos apreciar que estos resultados se están muy por debajo de los valores recomendados de la ISO 9126 de la NTP.

Tabla 5 Utilización de la transmisión Tarea - Evento N capas

UTILIZACIÓN DE LA TRANSMISIÓN TAREA - EVENTO N CAPAS				
	Tarea Crear	Tarea Editar	Tarea Eliminar	Tarea buscar
Activo	6,949	7,438	7,739	12,593
Ambiente	10,399	5,754	9,413	16,863
Evento	21,566	13,065	1,639	1,879
Ocupación Cultural	7,463	5,619	6,109	19,870
Organización	7,142	10,165	9,100	22,472
Persona	12,358	12,110	2,003	1,322
Profesión	5,507	7,301	20,556	20,049
Usuario	10,013	12,332	12,431	18,528

En la tabla 5 se muestra los resultados de transmisión de tarea arrojados por la herramienta de diagnóstico del Visual studio (2018) del producto de software en N capas, en donde podemos apreciar que estos resultados están por debajo de los valores recomendados de la ISO 9126 de la NTP.

- Medida de tiempos y uso de memoria en SOA

Tabla 6 Utilización de memoria Tarea - Evento SOA

UTILIZACIÓN DE MEMORIA (bytes) TAREA - EVENTO SOA				
	Tarea Crear	Tarea Editar	Tarea Eliminar	Tarea buscar
Activo	1288	1497	1783	2243
Ambiente	1278	2275	1396	925
Evento	15524	11356	3974	2517
Ocupación Cultural	2444	1410	1948	1538
Organización	2263	1956	1986	1863
Persona	23541	12195	5193	957
Profesión	1176	2031	2113	1909
Usuario	1759	2495	2356	1158

En la tabla 6 se muestra los resultados de utilización de memoria por tarea arrojados por la herramienta de diagnóstico del Visual studio (2018) del producto de software elaborado bajo

SOA, en donde podemos apreciar que estos resultados se acercan a los valores recomendados de la ISO 9126 de la NTP.

Tabla 7 *Utilización de la transmisión tarea - evento*

UTILIZACIÓN DE LA TRANSMISIÓN TAREA (bytes/segundo) - EVENTO SOA				
	Tarea Crear	Tarea Editar	Tarea Eliminar	Tarea buscar
Activo	6,605	6,683	8,142	16,021
Ambiente	6,234	2,609	5,721	7,906
Evento	12,766	9,551	7,642	4,610
Ocupación Cultural	11,367	4,338	9,502	15,856
Organización	7,697	9,314	10,081	14,904
Persona	17,607	10,154	6,833	0,981
Profesión	5,181	9,812	11,422	16,894
Usuario	6,396	7,921	8,824	7,569

En la tabla 7 se muestra los resultados de transmisión de tarea arrojados por la herramienta de diagnóstico del Visual studio (2018) del producto de software desarrollado en SOA, en donde podemos apreciar que estos resultados se acercan a los valores recomendados de la ISO 9126 de la NTP.

- Prueba de velocidad de carga (Pre test)

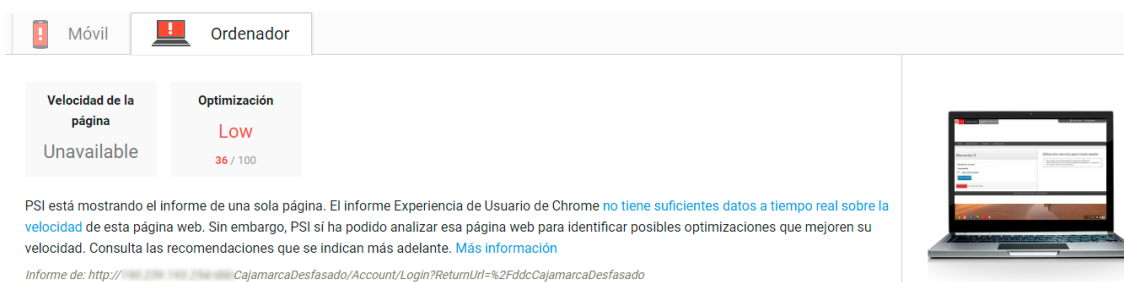


Figura 1 *Velocidad de carga en el sistema con N capas*

Fuente: (Google LLC, 2018)

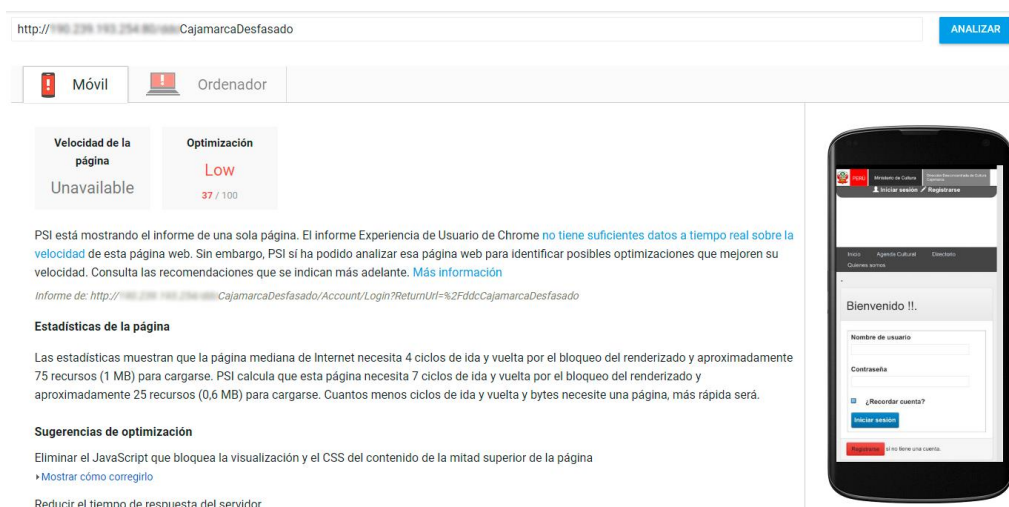


Figura 2 Velocidad de carga en el sistema con N capas versión móvil

Fuente: (Google LLC, 2018)

Como podemos observar en la figura 1, la carga del sistema basado en N capas está en un nivel bajo y en la figura 2 nos detalla que, para la versión móvil, está en el mismo nivel.

- Prueba de velocidad de carga (Post Test)

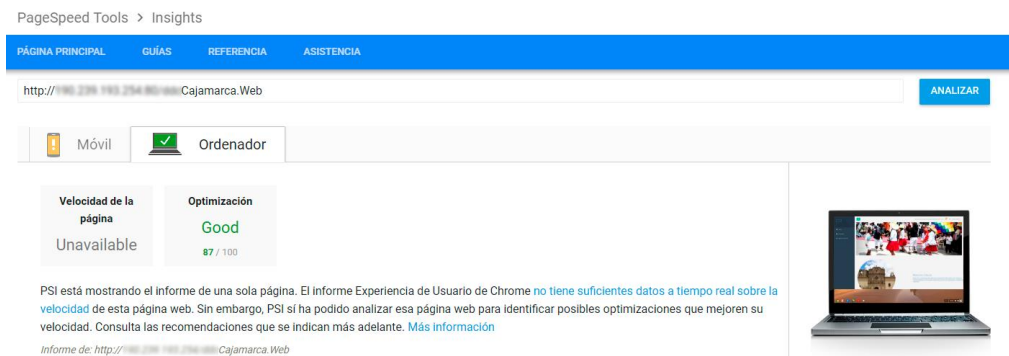


Figura 3. Velocidad de carga en el sistema con SOA

Fuente: (Google LLC, 2018)

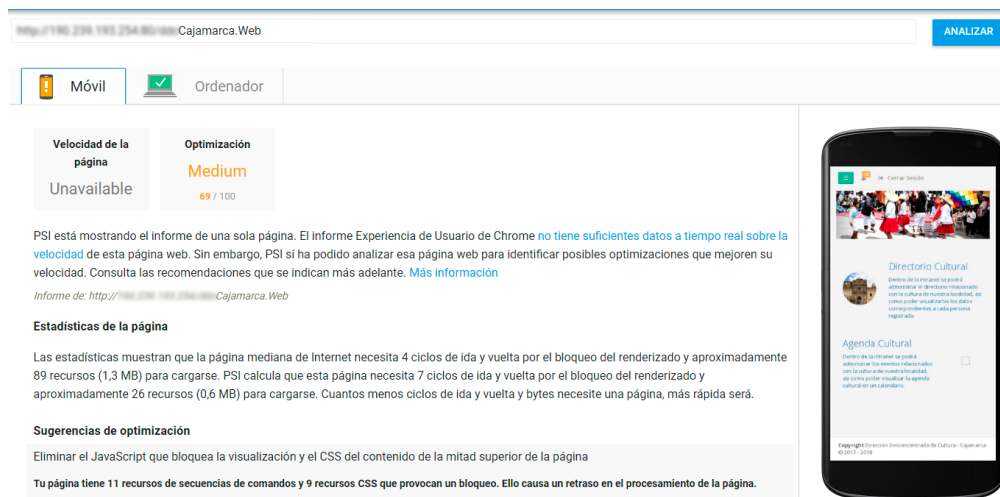


Figura 4. Velocidad de carga en el sistema con SOA versión móvil

Fuente: (Google LLC, 2018)

Como podemos observar en la figura 3, la carga del sistema basado en SOA está en un nivel óptimo y en la figura 4 nos detalla que, para la versión móvil, está sobre la media de lo aceptable.

3.2. Objetivo Específico 2. Realizar un análisis de la arquitectura SOA bajo la ISO 9126 en mantenibilidad.

Para realizar el análisis de las arquitecturas del pre test y post test bajo la ISO 9126 en mantenibilidad aplicamos la siguiente tabla:

- Pre test.

Tabla 8 *Categoría de medición de calidad Interna: N capas (ISO 9126)*

Categoría de medición de calidad Interna: N capas (ISO 9126)				
Característica	Sub Característica	Métricas	Resultado de la evaluación	Interpretación
Funcionalidad	Aplicabilidad	Adecuación funcional	$x = 1 - \frac{0}{52}$ $x = 1$	Se cumple al 100% el número de funciones revisadas
		Integridad de implementación funcional	$x = 1 - \frac{9}{52}$ $x = 0.83$	Se cumple al 83% con el número total de funciones específicas descritas en los requerimientos.
		Cobertura de la implementación funcional	$x = 1 - \frac{14}{52}$ $x = 0.73$	Se cumple al 73% con el número total de funciones específicas descritas en los requerimientos, en base a funciones implementadas o faltantes
		Estabilidad (volatilidad) de la especificación funcional	$x = 1 - \frac{25}{52}$ $x = 0.52$	Se cumple al 52% el número de funciones cambiadas con respecto al número de funciones descritas ERCU
	Precisión	Exactitud de Cálculos	$x = 1 - \frac{4}{4}$ $x = 0$	Se cumple al 0% el número de funciones implementadas con los requerimientos
		Precisión	$x = 1 - \frac{4}{4}$ $x = 0$	Se cumple al 0% el número de datos implementados con niveles de precisión específicos

Categoría de medición de calidad Interna: N capas (ISO 9126)				
Característica	Sub Característica	Métricas	Resultado de la evaluación	Interpretación
	Interoperabilidad	Intercambiabilidad de datos (basados en formatos de datos)	$x = \frac{1}{4}$ $x = 0.25$	Se cumple al 25% las interfaces implementadas según requerimientos
		Consistencia de las interfaces	$x = \frac{1}{5}$ $x = 0.2$	Se cumple al 20% los números de protocolos de interfaz implementados
	Seguridad	Auditoría de accesos	$x = \frac{3}{7}$ $x = 0.43$	Se cumple al 43% los tipos de accesos implementados con los requeridos
		Control de accesos	$x = \frac{3}{7}$ $x = 0.43$	Se cumple al 43% los accesos implementados con los requeridos
		Prevención de corrupción de datos	$x = \frac{0}{0}$ $x = 0$	Se cumple al 0% la prevención de corrupción de datos implementadas según los requerimientos
		Encriptación de datos	$x = \frac{1}{2}$ $x = 0.5$	Se cumple al 50% las instancias a encriptar según los requerimientos
	Conformidad de funcionalidad	Conformidad de funcionalidad	$x = \frac{0}{52}$ $x = 0$	Se cumple al 0% el número de ítems correctamente implementados según los requerimientos
		Conformidad con normas para intersistemas	$x = \frac{0}{52}$ $x = 0$	Se cumple al 0% el número de interfaces implementadas según las especificaciones
Fiabilidad	Madurez	Detección de fallas	$x = \frac{4}{13}$ $x = 0.31$	Se detectaron 0.31 fallas.
		Eliminación de fallas	$x = 0$ $y = \frac{0}{4}$ $y = 0$	Se eliminaron 0 fallas
		Suficiencia de pruebas	$x = \frac{0}{48}$ $x = 0$	No se cumple con el número de pruebas requeridos
	Tolerancia a fallos	Prevención de fallos	$x = \frac{0}{76}$ $x = 0$	Se considera ningún patrón de falla para prevención

Categoría de medición de calidad Interna: N capas (ISO 9126)				
Característica	Sub Característica	Métricas	Resultado de la evaluación	Interpretación
		Prevención de operación incorrecta	$x = \frac{9}{21}$ $x = 0.43$	Se han implementado 0.43 funciones con capacidad de prevención de operación incorrecta
	Recuperabilidad	Capacidad de restauración	$x = \frac{0}{0}$ $x = 0$	Se cumple al 0% el número de requerimientos de restauración implementados
		Efectividad de la capacidad de restauración	$x = \frac{0}{0}$ $x = 0$	No se aplicó
	Conformidad de fiabilidad	Conformidad de fiabilidad	$x = \frac{0}{0}$ $x = 0$	Se cumple al 0% lo ítems implementados relacionados con la fiabilidad.
Eficiencia	Comportamiento en el tiempo	Tiempo de respuesta	16.19 s	16.19 segundos es el tiempo estimado promedio para completar una tarea específica
		Tiempo de rendimiento	1	Se cumple el ratio de 1 tarea por unidad de tiempo mínima establecida
		Tiempo de retorno	2.837 s	Tiempo estimado para completar un grupo de tareas relacionadas con un trabajo en lote
	Utilización de recursos	Densidad de los mensajes de entrada y salida	$x = \frac{0}{0}$ $x = 0$	Se estima de 0 E/S de buffer
		Utilización de memoria	37422.25 bytes	Es la densidad de en bytes de los mensajes relacionados a E/S
		Utilización de transmisión	84436.919 bytes/segundos	Es el tamaño estimado de memoria que ocupará el producto de software
	Conformidad de eficiencia	Conformidad de eficiencia	$x = \frac{40}{52}$ $x = 0.77$	Se tiene al 77% la medida que cumple la eficiencia del producto con respecto a regulaciones, normas y convenciones.

Categoría de medición de calidad Interna: N capas (ISO 9126)				
Característica	Sub Característica	Métricas	Resultado de la evaluación	Interpretación
Portabilidad	Adaptabilidad	Adaptabilidad de estructura de datos	$x = \frac{109}{109}$ $x = 1$	Se tiene al 100% que el producto es adaptable a cambios de estructuras de datos.
		Adaptabilidad del hardware al entorno	$x = \frac{109}{109}$ $x = 1$	El producto de software es 100% adaptable al cambio de hardware.
		Adaptabilidad al entorno organizacional	$x = \frac{52}{52}$ $x = 1$	EL producto es adaptable al 100% al cambio organizacional.
		Facilidad de portabilidad para el usuario	$x = \frac{52}{52}$ $x = 1$	El producto es 100 portable a operaciones.
		Adaptabilidad al entorno del sistema software	$x = \frac{52}{52}$ $x = 1$	El producto es 100 adaptable a cambios de entorno de software.
	Instalabilidad	Facilidad de reinstalación	$x = \frac{0}{1}$ $x = 0$	La reinstalación está en 0, ya que solo un experto en levantamiento de sistemas web podría reinstalar el sistema.
		Esfuerzo de instalación	$x = \frac{0}{2}$ $x = 0$	No se necesita esfuerzo de instalación ya que no tiene un instalador, más bien es desplegado.
		Flexibilidad de la instalación	$x = \frac{0}{0}$ $x = 0$	Al no contar con un instalable, no es medible la flexibilidad
	Co existencia	Capacidad de co existencia	$x = \frac{9}{13}$ $x = 0.69$	Se tiene el 69% de flexibilidad del producto para compartir su entorno sin impactos adversos.
	Reemplazabilidad	Uso continuo de datos	$x = \frac{0}{0}$ $x = 0$	Se tiene al 0% la cantidad de datos originales permanentes sin cambios después del reemplazo del producto.

Categoría de medición de calidad Interna: N capas (ISO 9126)				
Característica	Sub Característica	Métricas	Resultado de la evaluación	Interpretación
		Invariabilidad de la función	$x = \frac{0}{0}$ $x = 0$	Se tiene 0% de funciones que permanecen sin cambios
	Conformidad de portabilidad	Conformidad de portabilidad	$x = \frac{52}{52}$ $x = 1$	Se tiene al 100% la conformidad de portabilidad del producto en base de regulaciones, estándares y convenciones aplicables

- Post Test

Tabla 9 Categoría de medición de calidad Interna: SOA (ISO 9126)

Categoría de medición de calidad Interna: Arquitectura SOA (ISO 9126)				
Característica	Sub Característica	Métricas	Resultado de la evaluación	Interpretación
Funcionalidad	Aplicabilidad	Adecuación funcional	$x = 1 - \frac{0}{41}$ $x = 1$	Se cumple al 100% el número de funciones revisadas
		Integridad de implementación funcional	$x = 1 - \frac{0}{41}$ $x = 1$	Se cumple al 100% con el número total de funciones específicas descritas en los requerimientos.
		Cobertura de la implementación funcional	$x = 1 - \frac{0}{41}$ $x = 1$	Se cumple al 100% con el número total de funciones específicas descritas en los requerimientos, en base a funciones implementadas o faltantes
		Estabilidad (volatilidad) de la especificación funcional	$x = 1 - \frac{5}{41}$ $x = 0.87$	Se cumple al 87% el número de funciones cambiadas con respecto al número de funciones descritas ERCU
	Precisión	Exactitud de Cálculos	$x = 1 - \frac{0}{0}$ $x = 0$	Se cumple al 100% el número de funciones implementadas con los requerimientos
		Precisión	$x = 1 - \frac{0}{0}$ $x = 0$	Se cumple al 100% el número de datos implementados con niveles de precisión específicos
	Interoperabilidad	Intercambiabilidad de datos (basados en formatos de datos)	$x = \frac{3}{3}$ $x = 1$	Se cumple al 100% las interfaces implementadas según requerimientos
		Consistencia de las interfaces	$x = \frac{3}{3}$ $x = 1$	Se cumple al 100% los números de protocolos de interfaz implementados
	Seguridad	Auditoría de accesos	$x = \frac{4}{4}$ $x = 1$	Se cumple al 100% los tipos de accesos implementados con los requeridos

Categoría de medición de calidad Interna: Arquitectura SOA (ISO 9126)				
Característica	Sub Característica	Métricas	Resultado de la evaluación	Interpretación
		Control de accesos	$x = \frac{36}{36}$ $x = 1$	Se cumple al 100% los accesos implementados con los requeridos
		Prevención de corrupción de datos	$x = \frac{1}{1}$ $x = 1$	Se cumple al 100% la prevención de corrupción de datos implementadas según los requerimientos
		Encriptación de datos	$x = \frac{1}{2}$ $x = 0.5$	Se cumple al 50% las instancias a encriptar según los requerimientos
	Conformidad de funcionalidad	Conformidad de funcionalidad	$x = \frac{41}{41}$ $x = 1$	Se cumple al 100% el número de ítems correctamente implementados según los requerimientos
		Conformidad con normas para intersistemas	$x = \frac{8}{8}$ $x = 1$	Se cumple al 100% el número de interfaces implementadas según las especificaciones
Fiabilidad	Madurez	Detección de fallas	$x = \frac{0}{0}$ $x = 0$	Se detectaron 0 fallas.
		Eliminación de fallas	$x = 0$ $y = \frac{0}{0}$ $y = 0$	Se eliminaron 0 fallas.
		Suficiencia de pruebas	$x = \frac{4}{4}$ $x = 1$	Se cumple con el número de pruebas requeridos.
	Tolerancia a fallos	Prevención de fallos	$x = \frac{13}{13}$ $x = 1$	Solo se considera un patrón de falla para prevención.
		Prevención de operación incorrecta	$x = \frac{0}{0}$ $x = 0$	Cada función principal implementada cuenta con capacidad de prevención de fallos.
	Recuperabilidad	Capacidad de restauración	$x = \frac{4}{4}$ $x = 1$	Se cumple al 100% el número de requerimientos de restauración implementados
		Efectividad de la capacidad de restauración	$x = \frac{0}{0}$	No se aplicó

Categoría de medición de calidad Interna: Arquitectura SOA (ISO 9126)				
Característica	Sub Característica	Métricas	Resultado de la evaluación	Interpretación
			$x = 0$	
	Conformidad de fiabilidad	Conformidad de fiabilidad	$x = \frac{41}{41}$ $x = 1$	Se cumple al 100% lo ítems implementados relacionados con la fiabilidad.
Eficiencia	Comportamiento en el tiempo	Tiempo de respuesta	16.19 s	3.34 segundos es el tiempo estimado promedio para completar una tarea específica
		Tiempo de rendimiento	1	Se cumple el ratio de 9 tarea por unidad de tiempo mínima establecida
		Tiempo de retorno	2.837 s	Tiempo estimado para completar un grupo de tareas relacionadas con un trabajo en lote
	Utilización de recursos	Utilización de entradas y salidas	$x = \frac{0}{0}$ $x = 0$	Se estima de 0 E/S de buffer
		Densidad de los mensajes de entrada y salida	37422.25 bytes	Es la densidad de en bytes de los mensajes relacionados a E/S
		Utilización de memoria	84436.919 bytes/segundos	Es el tamaño estimado de memoria que ocupará el producto de software
		Densidad de mensajes en la utilización de memoria	$x = \frac{40}{52}$ $x = 0.77$	Se tiene que 0.77 es la densidad de mensajes relacionados a la utilización de la memoria en las líneas de código.
		Utilización de transmisión	$x = \frac{109}{109}$ $x = 1$	Se tiene que 1 es la cantidad estimada de la utilización de la transmisión de recursos.
	Conformidad de eficiencia	Conformidad de eficiencia	$x = \frac{109}{109}$ $x = 1$	Se tiene al 100% la medida que cumple la eficiencia del producto con respecto a regulaciones, normas y convenciones.
Portabilidad	Adaptabilidad	Adaptabilidad de estructura de datos	$x = \frac{1}{1}$ $x = 1$	Se tiene al 100% que el producto es adaptable a

Categoría de medición de calidad Interna: Arquitectura SOA (ISO 9126)				
Característica	Sub Característica	Métricas	Resultado de la evaluación	Interpretación
				cambios de estructuras de datos.
		Adaptabilidad del hardware al entorno	$x = \frac{41}{41}$ $x = 1$	El producto de software es 100% adaptable al cambio de hardware.
		Adaptabilidad al entorno organizacional	$x = \frac{41}{41}$ $x = 1$	EL producto es adaptable al 100% al cambio organizacional.
		Facilidad de portabilidad para el usuario	$x = \frac{41}{41}$ $x = 1$	El producto es 100 portable a operaciones.
		Adaptabilidad al entorno del sistema software	$x = \frac{41}{41}$ $x = 1$	El producto es 100 adaptable a cambios de entorno de software.
	Instalabilidad	Facilidad de reinstalación	$x = \frac{0}{0}$ $x = 0$	La reinstalación está en 0, ya que solo un experto en levantamiento de sistemas web podría reinstalar el sistema.
		Esfuerzo de instalación	$x = \frac{0}{0}$ $x = 0$	No se necesita esfuerzo de instalación ya que no tiene un instalador, más bien es desplegado.
		Flexibilidad de la instalación	$x = \frac{0}{0}$ $x = 0$	Al no contar con un instalable, no es medible la flexibilidad
	Co existencia	Capacidad de co existencia	$x = \frac{9}{9}$ $x = 1$	Se tiene el 100% de flexibilidad del producto para compartir su entorno sin impactos adversos.
	Reemplazabilidad	Uso continuo de datos	$x = \frac{41}{41}$ $x = 1$	Se tiene al 100% la cantidad de datos originales permanentes sin cambios después del reemplazo del producto.
		Invariabilidad de la función	$x = 1 - \frac{0}{41}$ $x = 1$	Se tiene el 100% de funciones que permanecen sin cambios

Categoría de medición de calidad Interna: Arquitectura SOA (ISO 9126)				
Característica	Sub Característica	Métricas	Resultado de la evaluación	Interpretación
	Conformidad de portabilidad	Conformidad de portabilidad	$x = \frac{10}{10}$ $x = 1$	Se tiene al 100% la conformidad de portabilidad del producto en base de regulaciones, estándares y convenciones aplicables

tabla de recolección de datos y/o valores según la ISO 9126 de la NTP

Según los resultados entre la Tabla 8 y Tabla 9 podemos decir que la arquitectura orientada a servicios es más adecuada en la mantenibilidad de un sistema bajo las métricas establecidas por la ISO 9126 y adaptadas a la NTP, ya que los resultados de evaluación de cada métrica se acercan al nivel requerido por sobre la media.

3.3. Objetivo Específico 3. Realizar un comparativo de mantenibilidad interna del sistema desarrollado en SOA y el sistema desarrollado en N capas.

Para analizar y realizar un comparativo de la mantenibilidad interna del sistema desarrollado en SOA y el sistema encontrado en N capas, se ha establecido la siguiente tabla de recolección de datos:

Tabla 10 Tabla comparativa de SOA y N capas bajo ISO 9126

Tabla comparativa SOA y N capas bajo ISO 9126				
Característica	Sub-Característica	Arquitectura “N” Capas	Arquitectura orientada a servicios	Comentarios
Funcionalidad	Aplicabilidad	0.77	0.97	SOA es mejor
	Precisión	0	0	Mismo Nivel
	Interoperabilidad	0.23	1	SOA es mejor
	Seguridad	0.34	0.88	SOA es mejor
	Conformidad de funcionalidad	0	1	SOA es mejor
Fiabilidad	Madurez	0.11	0.33	SOA es mejor
	Tolerancia a fallos	0.22	0.5	SOA es mejor
	Recuperabilidad	0	0.5	SOA es mejor
	Conformidad de fiabilidad	0	1	SOA es mejor
Eficiencia	Comportamiento en el tiempo	6.68	3.34	SOA es mejor
	Utilización de recursos	74436.919	84436.919	SOA lleva más datos en menos segundos.
	Conformidad de eficiencia	0.77	1	SOA es mejor
Portabilidad	Adaptabilidad	1	1	Mismo Nivel
	Instalabilidad	0	0	Mismo Nivel
	Co existencia	0.69	1	SOA es mejor
	Reemplazabilidad	0	1	SOA es mejor
	Conformidad de portabilidad	1	1	Mismo Nivel

Tabla de diferencia de las diferentes métricas y sub-características entre arquitecturas.

Como podemos observar en la tabla 41, los valores de una arquitectura orientada a servicios se acercan más al nivel requerido por las métricas de la ISO 9126 según la NTP.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

Una actividad de gran importancia y altamente crítica para el sistema, es el mantenimiento, si este no cumple con un nivel considerado de adaptación, en el tiempo con la aparición de nuevas tecnologías y nuevos requerimientos, el sistema va a requerir de un gran costo para su modificación o puede caducar como lo mencionan Martínez et. Al. (2016) donde concluyeron que es necesario realizar un análisis de la mantenibilidad en etapas tempranas del ciclo de vida del producto del software con el fin de disminuir los costos de desarrollo y obtener un producto altamente mantenible; en contraste con el sistema investigado en N-Capas, al tener una mantenibilidad baja, no logró perdurar en el tiempo, por lo que se desarrolló un nuevo sistema, teniendo en consideración que este perdure en el tiempo, es el caso del segundo sistema analizado desarrollado con arquitectura SOA.

Antes de iniciar con la investigación, fue necesario buscar normas estandarizadas para medir la mantenibilidad de las arquitecturas, por lo que se optó, por usar las métricas de la ISO/IEC 9126, ya que en la investigación de Losavio et. al. (2003), concluyeron que las arquitecturas pueden ser medidas con el conjunto de métricas: funcionalidad, fiabilidad, usabilidad, eficiencia, mantenibilidad y portabilidad de la norma ISO/IEC 9126; refiriendo a lo mencionado fue posible realizar un análisis comparativo y cuantitativo de los sistemas desarrollados sobre arquitecturas N-Capas y SOA, para poder determinar, el nivel en que se encuentra la mantenibilidad de dichas arquitecturas.

Finalmente cabe mencionar que en contrastación con Martines et al. (2016), y De La Torre et al. (2010) donde concluyeron que para una buena mantenibilidad, esta se debe realizar durante el desarrollo del diseño, caso contrario el software va a tener un costo elevando ante los cambios en el tiempo; con referencia a ellos podemos observar en los resultados de la

tabla nro 10, en el caso de N-Capas al tener una baja mantenibilidad el costo de implementación o cambios en el tiempo va a ser alto, a diferencia de SOA, al tener una alta mantenibilidad, el costo a ser menor, como lo mencionan Macario & Ruiz (2001), en su informe sobre mantenibilidad del software.

4.2 Conclusiones

- Se determinó que el uso de una arquitectura orientada a servicios, tiene un impacto positivo en la mantenibilidad de un sistema a comparación del mismo sistema implementado en una arquitectura n-capas, y podemos concluir que, bajo ciertos requerimientos, una arquitectura orientada a servicios, tiene un nivel considerable para ayudar al sistema a ser mantenible en el tiempo, para que el sistema pueda subsistir y adaptarse con un costo medio-bajo.
- Se concluye que el proceso de diseño de la arquitectura de software juega un papel muy importante el momento de diseñar un software, la diferencia entre no saber elegir uno de otro, puede ser la diferencia entre el fracaso o el éxito de un proyecto, ya que en este se tratan los temas más importantes a la hora de definir el sistema, es decir, se crea un molde básico de la aplicación. Para diseñar una arquitectura de un sistema es importante tener en cuenta los intereses de los agentes que participen. Estos agentes son los usuarios del sistema, el propio sistema y los objetivos del negocio.
- Además, los requerimientos del software moderno son cada vez más complejos puesto que los usuarios esperan más de sus aplicaciones. En el mundo actual, las aplicaciones deben interactuar con otras aplicaciones y servicios además de tener la capacidad de conectarse en una serie de entornos, como la nube o en dispositivos portátiles.


- Se logró comparar dos distintas arquitecturas con ayuda de métricas establecidas bajo el estándar ISO/IEC 9126, y tener una mejor comprensión del comportamiento que tienen estas, para lo que se usó la adaptación de la norma técnica peruana sobre la ISO/IEC 9126, la cual es elaborada por profesionales que conforman los Comités Técnicos de Normalización.

REFERENCIAS

- Altamirano Briceño, C. A., & Martha Melissa, M. L. (2015). *Solución informática basada en el modelo de arquitectura SOA para la empresa agencia de transportes Garrincha S.R.L. utilizando servicios web y bpmn*. Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego.
- Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales. (2005). *Calidad del producto. Parte 3: Métricas internas*. Lima: INDECOPI.
- De la Torre Llorente, C., Castro Zorrilla, U., Ramos Barros, M. A., & Calvarro Nelson, J. (2010). *Guía de Arquitectura N-Capas orientada al Dominio con .Net 4.0*. España: Krasis Press.
- Erazo Martínez, J., Florez Gómez, A., & Pino, F. (2015). Generando productos software mantenibles desde el proceso de desarrollo: El modelo de referencia MANTuS. *Revista Chilena de Ingeniería*, 6-D.
- Flores Condori, M. L. (2014). *Modelo de sistema de Gestión de ventas desarrollado con arquitectura orientada a servicios (SOA) para la empresa importadora BICI&MOTOS EIRL, Juliaca 2012*. Puno: Universidad Nacional del Altiplano.
- Google LLC. (2 de Octubre de 2018). *PageSpeed Insights*. Obtenido de <https://developers.google.com/speed/pagespeed/insights/?hl=es>
- IEEE, I. d. (1990). *Standard Glossary of Software Engineering Terminology*. Los Alamitos, CA: IEEE Computer Society Press.
- Joyce M., S. F., & Michel S., S. (2005). *SOAQM: Quality Model for SOA Applications based on ISO 25010*. Brazilian : Brazilian research agencies CNPq.
- Losavio, F., Chirinos, L., Lévy, N., & Ramdane, A. (2003). Quality Characteristics for Software Architecture. *ETH Zurich*, 2-17.
- Macario, P., & Ruiz, F. (2001). *Mantenimiento del Software*. Ciudad Real: Universidad de Castilla - La Mancha.
- Martínez, J. E., Gómez, A. F., & Pino, F. J. (2016). Generando productos software mantenibles desde el proceso de desarrollo: El modelo de referencia MANTuS. *Ingeniare*, 16.
- Microsoft Corporation. (12 de Mayo de 2017). *Network Microsoft Developer*. Obtenido de <https://msdn.microsoft.com/es-es/library/fx6bk1f4%28v=vs.90%29.aspx>
- Microsoft Developer Network. (1 de Octubre de 2018). *Developer Network*. Obtenido de Diagnostic Tools: <https://msdn.microsoft.com/es-es/library/mt210448.aspx>
- Organización Internacional de Normalización. (2016). *Métricas Internas de Calidad ISO 9126 - 3*. Vernier, Geneva: Organización Internacional de Normalización.
- Organización Internacional de Normalización. (06 de Agosto de 2018). *ISO 25000*. Obtenido de Calidad del Producto de Software: <https://iso25000.com/index.php>

ANEXOS

Anexo 1 Fichas Validadas de instrumentos:



UNIVERSIDAD
PRIVADA DEL NORTE

FICHA PARA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

I. REFERENCIA

1.1. Experto: ERICK RAFAEL ROSAS ROSAS

1.2. Especialidad: INGENIERO DE SISTEMAS

1.3. Cargo actual: PROGRAMADOR SENIOR

1.4. Grado académico: INGENIERO TITULADO

1.5. Institución: DIRECCIÓN REGIONAL DE EDUCACIÓN CAJAMARCA

1.6. Tipo de instrumento: FICHA DE OBSERVACIÓN

1.7. Lugar y fecha: CAJAMARCA 09 SEPTIEMBRE de 2018

II. TABLA DE VALORACIÓN POR EVIDENCIAS

N°	EVIDENCIAS	VALORACIÓN					
		5	4	3	2	1	0
1	Pertinencia de Indicadores	✓					
2	Formulación con lenguaje apropiado	✓					
3	Adecuado para los sujetos en estudio	✓					
4	Facilita la prueba de hipótesis	✓					
5	Suficiente para medir la variable		✓				
6	Facilita la interpretación del instrumento		✓				
7	Acorde al avance de la ciencia y tecnología	✓					
8	Expresado en hechos perceptibles	✓					
9	Tiene secuencia lógica	✓					
10	Basado en aspectos teóricos	✓					
Total		40	8				

Coefficiente de valoración porcentual: c=..... 96%

III. OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES

.....

.....

.....

.....

.....

FICHA PARA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

I. REFERENCIA

1.1. Experto: Christiuan Michael Romero Legana
1.2. Especialidad: Ing. Sistemas
1.3. Cargo actual: Docente T.P.
1.4. Grado académico: Magister
1.5. Institución: UPN
1.6. Tipo de instrumento: Ficha de Observación
1.7. Lugar y fecha: Cajamarca 10 Septiembre 2018

II. TABLA DE VALORACIÓN POR EVIDENCIAS

N°	EVIDENCIAS	VALORACIÓN					
		5	4	3	2	1	0
1	Pertinencia de Indicadores	/					
2	Formulación con lenguaje apropiado	/					
3	Adecuado para los sujetos en estudio	/					
4	Facilita la prueba de hipótesis	/					
5	Suficiente para medir la variable		/				
6	Facilita la interpretación del instrumento		/				
7	Acorde al avance de la ciencia y tecnología	/					
8	Expresado en hechos perceptibles	/					
9	Tiene secuencia lógica	/					
10	Basado en aspectos teóricos	/					
Total		40	8				

Coefficiente de valoración porcentual: $c = \frac{96\%}{100\%}$

III. OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES

Incluir notas explicativas
.....
.....
.....
.....
.....

FICHA PARA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

I. REFERENCIA

1.1. Experto: José Luis Valencia Castillo
 1.2. Especialidad: Ingeniero De Computación y Sistemas
 1.3. Cargo actual: Jefe de Informática y sistemas
 1.4. Grado académico: INGENIERO
 1.5. Institución: Dirección Regional de Educación - Casapamarca
 1.6. Tipo de instrumento: Ficha de Observación
 1.7. Lugar y fecha: Casapamarca 09 SEPTIEMBRE DE 2018

II. TABLA DE VALORACIÓN POR EVIDENCIAS

N°	EVIDENCIAS	VALORACIÓN					
		5	4	3	2	1	0
1	Pertinencia de Indicadores		✓				
2	Formulación con lenguaje apropiado	✓					
3	Adecuado para los sujetos en estudio	✓					
4	Facilita la prueba de hipótesis	✓					
5	Suficiente para medir la variable	✓					
6	Facilita la interpretación del instrumento	✓					
7	Acorde al avance de la ciencia y tecnología	✓					
8	Expresado en hechos perceptibles		✓				
9	Tiene secuencia lógica	✓					
10	Basado en aspectos teóricos	✓					
Total		40	8				

Coeficiente de valoración porcentual: $c = \frac{48}{50} = 96\%$


III. OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES

.....

Anexo 2 Instrumentos validados por los expertos:

Instrumento Validado por el Ing. Erick Rafael Rojas Rojas

Tabla comparativa SOA y N capas bajo ISO 9126				
Característica	Sub- Característica	Arquitectura "N" Capas	Arquitectura orientada a servicios	Comentarios y Resultados
Funcionalidad	Aplicabilidad			
	Precisión			
	Interoperabilidad			
	Seguridad			
	Conformidad de funcionalidad			
Fiabilidad	Madurez			
	Tolerancia a fallos			
	Recuperabilidad			
	Conformidad de fiabilidad			
Eficiencia	Comportamiento en el tiempo			
	Utilización de recursos			
	Conformidad de eficiencia			
Portabilidad	Adaptabilidad			
	Instalabilidad			
	Co existencia			
	Reemplazabilidad			
	Conformidad de portabilidad			


CIP: 148081

Categoría de medición de calidad Interna: N capas (ISO 9126)				
Característica	Sub Característica	Métricas	Nivel Requerido	Resultado de la evaluación
Funcionalidad	Aplicabilidad	Adecuación funcional	0 ≤ X ≤ 1 Lo más cercano a 1 es lo mejor	
		Integridad de implementación funcional		
		Cobertura de la implementación funcional		
		Estabilidad (volatilidad) de la especificación funcional		
	Precisión	Exactitud de Cálculos		
		Precisión		
	Interoperabilidad	Intercambiabilidad de datos (basados en formatos de datos)		
		Consistencia de las interfaces		
	Seguridad	Auditoría de accesos		
		Control de accesos		
		Prevención de corrupción de datos		
		Encriptación de datos		
	Conformidad de funcionalidad	Conformidad de funcionalidad		
		Conformidad con normas para intersistemas		
Fiabilidad	Madurez	Detección de fallas	0 ≤ X ≤ 1 Lo más cercano a 1 es lo mejor	
		Eliminación de fallas		
		Suficiencia de pruebas		
	Tolerancia a fallos	Prevención de fallos		

[Firma]
CIP: 148081

	Recuperabilidad	Prevención de operación incorrecta		
		Capacidad de restauración		
		Efectividad de la capacidad de restauración		
		Conformidad de fiabilidad		
Eficiencia	Comportamiento en el tiempo	Tiempo de respuesta	0 ≤ X ≤ 1 Lo más cercano a 1 es lo mejor	
		Tiempo de rendimiento		
		Tiempo de retorno		
	Utilización de recursos	Utilización de entradas y salidas		
		Densidad de los mensajes de entrada y salida		
		Utilización de memoria		
		Densidad de mensajes en la utilización de memoria		
		Utilización de transmisión		
	Conformidad de eficiencia	Conformidad de eficiencia		
Portabilidad	Adaptabilidad	Adaptabilidad de estructura de datos	0 ≤ X ≤ 1 Lo más cercano a 1 es lo mejor	
		Adaptabilidad del hardware al entorno		
		Adaptabilidad al entorno organizacional		
		Facilidad de portabilidad para el usuario		
		Adaptabilidad al entorno del sistema software		
	Instalabilidad	Facilidad de reinstalación		
		Esfuerzo de instalación		

		Flexibilidad de la instalación		
	Co existencia	Capacidad de co existencia		
	Reemplazabilidad	Uso continuo de datos		
		Invariabilidad de la función		
	Conformidad de portabilidad	Conformidad de portabilidad		
Categoría de medición de calidad Interna: Producto de software (ISO 9126)				
Facilidad de Mantenimiento	Cambiabilidad	Registro de cambios	0<= X <=1 Lo más cercano a 1 es lo mejor	
	Estabilidad	Impacto de cambios		
		Impacto de la modificación		
		Compleitud de las funciones de prueba incorporadas		
		Autonomía de la testeabilidad		
		Capacidad para observar el progreso de las pruebas		
	Testeabilidad	Disponibilidad de la función de pruebas incorporadas		
		Eficiencia de pruebas después de la corrección		
		Capacidad de reanudar la prueba		
	Conformidad de facilidad de mantenimiento	Conformidad de facilidad de mantenimiento		
	Analizabilidad	Registro de actividades		
		Preparación de funciones de diagnostico		

Categoría de medición de calidad Interna: Arquitectura SOA (ISO 9126)				
Característica	Sub Característica	Métricas	Nivel Requerido	Resultado de la evaluación
Funcionalidad	Aplicabilidad	Adecuación funcional	0 ≤ X ≤ 1 Lo más cercano a 1 es lo mejor	
		Integridad de implementación funcional		
		Cobertura de la implementación funcional		
		Estabilidad (volatilidad) de la especificación funcional		
	Precisión	Exactitud de Cálculos		
		Precisión		
	Interoperabilidad	Intercambiabilidad de datos (basados en formatos de datos)		
		Consistencia de las interfaces		
	Seguridad	Auditoría de accesos		
		Control de accesos		
		Prevención de corrupción de datos		
		Encriptación de datos		
	Conformidad de funcionalidad	Conformidad de funcionalidad		
		Conformidad con normas para intersistemas		
Fiabilidad	Madurez	Detección de fallas	0 ≤ X ≤ 1 Lo más cercano a 1 es lo mejor	
		Eliminación de fallas		
		Suficiencia de pruebas		
	Tolerancia a fallos	Prevención de fallos		


[Firma]
CIP: 148081

	Recuperabilidad	Prevención de operación incorrecta		
		Capacidad de restauración		
		Efectividad de la capacidad de restauración		
	Conformidad de fiabilidad	Conformidad de fiabilidad		
Eficiencia	Comportamiento en el tiempo	Tiempo de respuesta	0 ≤ X ≤ 1 Lo más cercano a 1 es lo mejor	
		Tiempo de rendimiento		
		Tiempo de retorno		
	Utilización de recursos	Utilización de entradas y salidas		
		Densidad de los mensajes de entrada y salida		
		Utilización de memoria		
		Densidad de mensajes en la utilización de memoria		
		Utilización de transmisión		
	Conformidad de eficiencia	Conformidad de eficiencia		
Portabilidad	Adaptabilidad	Adaptabilidad de estructura de datos	0 ≤ X ≤ 1 Lo más cercano a 1 es lo mejor	
		Adaptabilidad del hardware al entorno		
		Adaptabilidad al entorno organizacional		
		Facilidad de portabilidad para el usuario		
		Adaptabilidad al entorno del sistema software		
		Facilidad de reinstalación		
	Instalabilidad	Esfuerzo de instalación		

		Flexibilidad de la instalación		
	Co existencia	Capacidad de co existencia		
	Reemplazabilidad	Uso continuo de datos		
		Invariabilidad de la función		
	Conformidad de portabilidad	Conformidad de portabilidad		
Categoría de medición de calidad Interna: Producto de software (ISO 9126)				
Facilidad de Mantenimiento	Cambiabilidad	Registro de cambios	0<= X <=1 Lo más cercano a 1 es lo mejor	
	Estabilidad	Impacto de cambios		
		Impacto de la modificación		
		Compleitud de las funciones de prueba incorporadas		
		Autonomía de la testeabilidad		
		Capacidad para observar el progreso de las pruebas		
	Testeabilidad	Disponibilidad de la función de pruebas incorporadas		
		Eficiencia de pruebas después de la corrección		
		Capacidad de reanudar la prueba		
	Conformidad de facilidad de mantenimiento	Conformidad de facilidad de mantenimiento		
	Analizabilidad	Registro de actividades		
		Preparación de funciones de diagnostico		

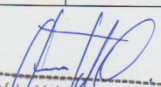
Instrumento Validado por el Ingeniero José Luis Valencia Castillo

Tabla comparativa SOA y N capas bajo ISO 9126				
Característica	Sub- Característica	Arquitectura "N" Capas	Arquitectura orientada a servicios	Comentarios y Resultados
Funcionalidad	Aplicabilidad			
	Precisión			
	Interoperabilidad			
	Seguridad			
	Conformidad de funcionalidad			
Fiabilidad	Madurez			
	Tolerancia a fallos			
	Recuperabilidad			
	Conformidad de fiabilidad			
Eficiencia	Comportamiento en el tiempo			
	Utilización de recursos			
	Conformidad de eficiencia			
Portabilidad	Adaptabilidad			
	Instalabilidad			
	Co existencia			
	Reemplazabilidad			
	Conformidad de portabilidad			



José U. Valencia Castillo
ING. DE COMP. Y SIST.
R. CIP 142623

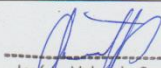
Categoría de medición de calidad Interna: N capas (ISO 9126)				
Característica	Sub Característica	Métricas	Nivel Requerido	Resultado de la evaluación
Funcionalidad	Aplicabilidad	Adecuación funcional	0 ≤ X ≤ 1 Lo más cercano a 1 es lo mejor	
		Integridad de implementación funcional		
		Cobertura de la implementación funcional		
		Estabilidad (volatilidad) de la especificación funcional		
	Precisión	Exactitud de Cálculos		
		Precisión		
	Interoperabilidad	Intercambiabilidad de datos (basados en formatos de datos)		
		Consistencia de las interfaces		
	Seguridad	Auditoría de accesos		
		Control de accesos		
		Prevención de corrupción de datos		
		Encriptación de datos		
	Conformidad de funcionalidad	Conformidad de funcionalidad		
		Conformidad con normas para intersistemas		
Fiabilidad	Madurez	Detección de fallas	0 ≤ X ≤ 1 Lo más cercano a 1 es lo mejor	
		Eliminación de fallas		
		Suficiencia de pruebas		
	Tolerancia a fallos	Prevención de fallos		


José L. Valencia Castillo
ING. DE COMP. Y SIST.
R. CIR 142623

	Recuperabilidad	Prevención de operación incorrecta		
		Capacidad de restauración		
		Efectividad de la capacidad de restauración		
	Conformidad de fiabilidad	Conformidad de fiabilidad		
Eficiencia	Comportamiento en el tiempo	Tiempo de respuesta	0 ≤ X ≤ 1 Lo más cercano a 1 es lo mejor	
		Tiempo de rendimiento		
		Tiempo de retorno		
	Utilización de recursos	Utilización de entradas y salidas		
		Densidad de los mensajes de entrada y salida		
		Utilización de memoria		
		Densidad de mensajes en la utilización de memoria		
		Utilización de transmisión		
	Conformidad de eficiencia	Conformidad de eficiencia		
Portabilidad	Adaptabilidad	Adaptabilidad de estructura de datos	0 ≤ X ≤ 1 Lo más cercano a 1 es lo mejor	
		Adaptabilidad del hardware al entorno		
		Adaptabilidad al entorno organizacional		
		Facilidad de portabilidad para el usuario		
		Adaptabilidad al entorno del sistema software		
	Instalabilidad	Facilidad de reinstalación		
		Esfuerzo de instalación		

		Flexibilidad de la instalación		
	Co existencia	Capacidad de co existencia		
	Reemplazabilidad	Uso continuo de datos		
		Invariabilidad de la función		
	Conformidad de portabilidad	Conformidad de portabilidad		
Categoría de medición de calidad Interna: Producto de software (ISO 9126)				
Facilidad de Mantenimiento	Cambiabilidad	Registro de cambios	0<= X <=1 Lo más cercano a 1 es lo mejor	
	Estabilidad	Impacto de cambios		
		Impacto de la modificación		
		Complejidad de las funciones de prueba incorporadas		
		Autonomía de la testeabilidad		
		Capacidad para observar el progreso de las pruebas		
	Testeabilidad	Disponibilidad de la función de pruebas incorporadas		
		Eficiencia de pruebas después de la corrección		
		Capacidad de reanudar la prueba		
	Conformidad de facilidad de mantenimiento	Conformidad de facilidad de mantenimiento		
	Analizabilidad	Registro de actividades		
Preparación de funciones de diagnóstico				

Categoría de medición de calidad Interna: Arquitectura SOA (ISO 9126)				
Característica	Sub Característica	Métricas	Nivel Requerido	Resultado de la evaluación
Funcionalidad	Aplicabilidad	Adecuación funcional	0 ≤ X ≤ 1 Lo más cercano a 1 es lo mejor	
		Integridad de implementación funcional		
		Cobertura de la implementación funcional		
		Estabilidad (volatilidad) de la especificación funcional		
	Precisión	Exactitud de Cálculos		
		Precisión		
	Interoperabilidad	Intercambiabilidad de datos (basados en formatos de datos)		
		Consistencia de las interfaces		
	Seguridad	Auditoría de accesos		
		Control de accesos		
		Prevención de corrupción de datos		
	Conformidad de funcionalidad	Encriptación de datos		
		Conformidad de funcionalidad		
	Conformidad de funcionalidad	Conformidad con normas para intersistemas		
		Conformidad con normas para intersistemas		
Fiabilidad	Madurez	Detección de fallas	0 ≤ X ≤ 1 Lo más cercano a 1 es lo mejor	
		Eliminación de fallas		
		Suficiencia de pruebas		
	Tolerancia a fallos	Prevención de fallos		


 José L. Valencia Castiño
 ING. DE COM. Y SIST.
 R. CIR 142623

	Recuperabilidad	Prevención de operación incorrecta		
		Capacidad de restauración		
		Efectividad de la capacidad de restauración		
	Conformidad de fiabilidad	Conformidad de fiabilidad		
Eficiencia	Comportamiento en el tiempo	Tiempo de respuesta	0 ≤ X ≤ 1 Lo más cercano a 1 es lo mejor	
		Tiempo de rendimiento		
		Tiempo de retorno		
	Utilización de recursos	Utilización de entradas y salidas		
		Densidad de los mensajes de entrada y salida		
		Utilización de memoria		
		Densidad de mensajes en la utilización de memoria		
		Utilización de transmisión		
	Conformidad de eficiencia	Conformidad de eficiencia		
Portabilidad	Adaptabilidad	Adaptabilidad de estructura de datos	0 ≤ X ≤ 1 Lo más cercano a 1 es lo mejor	
		Adaptabilidad del hardware al entorno		
		Adaptabilidad al entorno organizacional		
		Facilidad de portabilidad para el usuario		
		Adaptabilidad al entorno del sistema software		
	Instalabilidad	Facilidad de reinstalación		
		Esfuerzo de instalación		

		Flexibilidad de la instalación		
	Co existencia	Capacidad de co existencia		
	Reemplazabilidad	Uso continuo de datos		
		Invariabilidad de la función		
	Conformidad de portabilidad	Conformidad de portabilidad		
Categoría de medición de calidad Interna: Producto de software (ISO 9126)				
Facilidad de Mantenimiento	Cambiabilidad	Registro de cambios	0<= X <=1 Lo más cercano a 1 es lo mejor	
	Estabilidad	Impacto de cambios		
		Impacto de la modificación		
		Complejidad de las funciones de prueba incorporadas		
		Autonomía de la testeabilidad		
		Capacidad para observar el progreso de las pruebas		
	Testeabilidad	Disponibilidad de la función de pruebas incorporadas		
		Eficiencia de pruebas después de la corrección		
		Capacidad de reanudar la prueba		
	Conformidad de facilidad de mantenimiento	Conformidad de facilidad de mantenimiento		
Analizabilidad	Registro de actividades			
	Preparación de funciones de diagnóstico			

Anexo 3 Métricas de Mantenibilidad NTP 9126:

Tabla 11 Métricas internas de analizabilidad

Métricas internas de analizabilidad									
Nombre de métrica	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de los elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de métrica	Tipo de medida	Entradas para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Registro de actividades	¿Qué tan completo es el registro del estado del sistema?	Contar el número de ítems registrados en el registro de actividades según lo especificado y comparar con el número de elementos que requieren ser registrados.	$X = A / B$ A = Número de datos registrados de acuerdo a las especificaciones, confirmados en la revisión. B = Número de datos que deberían ser registrados de acuerdo a las especificaciones.	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cerca a 1, significa que se tiene mayor cantidad de datos para registrar el estado del sistema. COMENTARIO: Es necesario convertir este valor al intervalo $<0,1>$ si se hace un resumen de las características	Absoluta	X = Cantidad/ Cantidad A = Cantidad B = Cantidad	El valor de A viene del reporte de revisión. El valor de B viene del requerimiento de especificaciones	6.4 Verificación 6.6 Revisión conjunta	Mantenimiento Usuario
Preparación de funciones de diagnóstico	¿Qué tan completa es la provisión de funciones de diagnóstico?	Contar el número de funciones de diagnóstico implementadas como se han especificado y comparar con el número de funciones de diagnóstico requeridas en la especificación COMENTARIO: Esta métrica también es usada para medir la capacidad de análisis de fallas y la capacidad de análisis de causas.	$X = A / B$ A = Número de funciones de diagnóstico especificadas implementadas, y confirmadas en la revisión. B = Número de funciones de diagnóstico requeridas.	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cerca a 1, provee una mejor implementación de las funciones de diagnóstico COMENTARIO: Es necesario convertir este valor al intervalo $<0,1>$ si se hace un resumen de las características	Absoluta	X = Cantidad/ Cantidad A = Cantidad B = Cantidad	El valor de A viene del reporte de revisión. El valor de B viene del requerimiento de especificaciones	6.4 Verificación 6.6 Revisión conjunta	Mantenimiento Usuario

Fuente: NTP-ISO/IEC-TR 9126-3

Tabla 12 Métricas internas de cambiabilidad

Métricas internas de cambiabilidad									
Nombre de métrica	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de los elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de métrica	Tipo de medida	Entradas para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Registro de cambios	¿Son los cambios a las especificaciones y módulos de programa registrados adecuadamente en el código y haciendo uso de comentarios?	Registrar el ratio del módulo de cambio de información.	$X = A / B$ A = Número de cambios en funciones y / o módulos que tienen comentarios, confirmado en la revisión. B = Número total de funciones y / o módulos alterados desde la primera versión del código.	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cercano a 1, indica un mayor registro. Cuando el control de cambio indica 0, significa un pobre control de cambios ó pequeños cambios, alta estabilidad	Absoluta	X = Cantidad/ Cantidad A = Cantidad B = Cantidad	Sistema de control de configuración. Registro de versiones. Especificaciones	6.4 Verificación 6.6 Revisión conjunta	Desarrollador Mantenimiento Evaluador

Fuente: NTP-ISO/IEC-TR 9126-3

Tabla 13 Métricas internas de estabilidad

Métricas internas de estabilidad									
Nombre de métrica	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de los elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de métrica	Tipo de medida	Entradas para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Impacto de cambios	¿Cuál es la frecuencia de los impactos adversos después de la modificación?	Contar el número de impactos adversos detectados después de la modificación y comparar con el número de modificaciones realizadas.	$X = 1 - A / B$ A = Número de impactos adversos detectados después de la modificación B = Número de modificaciones hechas	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cerca de 1 es lo mejor	Absoluta	X = Cantidad/ Cantidad A = Cantidad B = Cantidad	A = Proviene del reporte de revisión B = Proviene del reporte de revisión	6.4 Verificación 6.6 Revisión conjunta	Desarrollador Mantenimiento. Evaluador
Impacto de la modificación	¿Qué tan grande es el impacto de la modificación en el producto software?	Contar el número de variables afectadas en una modificación y comparar con el número total de variables en el producto. COMENTARIO: Variable impactada es: a) Toda variable en la instrucción que fue cambiada. b) Variable que está en la misma instrucción que las variables indicadas en a).	$X = A/B$ A = Número de variables de datos afectadas por la modificación, confirmado en la revisión B = Número total de variables	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cerca de 0, menor es el impacto de la modificación	Absoluta	X = Cantidad/ Cantidad A = Cantidad B = Cantidad	A = Proviene del reporte de revisión B = Proviene del reporte de revisión	6.4 Verificación 6.6 Revisión conjunta	Desarrollador Mantenimiento. Evaluador

Fuente: NTP-ISO/IEC-TR 9126-3

Tabla 14 Métricas internas de estabilidad

Métricas internas de prueba									
Nombre de métrica	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de los elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de métrica	Tipo de medida	Entradas para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Complejidad de las funciones de prueba incorporadas	¿Qué tan completa es la capacidad de pruebas incorporadas?	Contar el número de funciones de pruebas incorporadas según lo especificado y comparar con el número de funciones de pruebas incorporadas, y estipuladas en el requerimiento	$X = A / B$ A = Número de funciones de pruebas incorporadas según lo especificado, confirmadas en una revisión. B = Número de funciones incorporadas de pruebas requeridas	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cercano a 1 es lo mejor	Absoluta	X = Cantidad/ Cantidad A = Cantidad B = Cantidad	A viene del documento de revisión. B viene del documento de requerimientos o diseño	6.4 Verificación 6.6 Revisión conjunta	Desarrollador Mantenimiento Evaluador
Autonomía de la testeabilidad	¿Cuán independiente mente puede ser probado el software?	Contar el número de dependencias que se tiene con otros sistemas para pruebas que hayan sido simulados y comparar con el número total de dependencias con otros sistemas para pruebas.	$X = A / B$ A = Número de dependencias con otros sistemas que hayan sido simulados. B = Número total de pruebas de dependencia con otros sistemas .	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cercano a 1 es lo mejor	Absoluta	X = Cantidad/ Cantidad A = Cantidad B = Cantidad	A viene del documento de revisión. B viene del documento de requerimientos o diseño	6.4 Verificación 6.6 Revisión conjunta	Desarrollador Mantenimiento Evaluador
Capacidad para observar el progreso de las pruebas	¿Qué tan completos se muestran los resultados durante las pruebas?	Contar el número de puntos de comprobación implementados según lo especificado y comparar con el número de puntos de comprobación requeridos por el diseño.	$X = A / B$ A = Número de puntos de comprobación implementados según lo especificado, confirmados en una revisión. B = Número de puntos de comprobación diseñados.	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cercano a 1 es lo mejor	Absoluta	X = Cantidad/ Cantidad A = Cantidad B = Cantidad	A viene del documento de revisión. B viene del documento de requerimientos o diseño	6.4 Verificación 6.6 Revisión conjunta	Desarrollador Mantenimiento Evaluador

Fuente: NTP-ISO/IEC-TR 9126-3

Tabla 15 Métricas internas de testeabilidad

Métricas externas de testeabilidad									
Nombre de la métrica	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de métrica	Tipo de medida	Entrada para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Disponibilidad de la función de pruebas incorporada	¿Puede el usuario y el responsable de mantenimiento fácilmente realizar pruebas operacionales sin la preparación adicional de mecanismos de prueba?	Observar el comportamiento del usuario o el responsable de mantenimiento, que está probando el sistema software después del mantenimiento	X = A / B	0 < = X < = 1	Absoluta	A = Cantidad	Reporte de solución de problema	5.3 Pruebas de calificación 5.4 Operación 5.5 Mantenimiento	Desarrollador Responsable de mantenimiento Operador
			A = Número de casos en los cuales el responsable de mantenimiento puede usar adecuadamente la función de prueba incorporada	El más distante y más cercano a 1,0 es lo mejor.		B = Cantidad	Reporte de operación		
			B = Número de casos de oportunidades de prueba						
NOTA									
Ejemplos de funciones de pruebas incorporadas incluyen simulación de funciones, función de pre revisión listas para ser usadas, etc.									
Eficiencia de pruebas después de la corrección	¿Puede el usuario y el responsable de mantenimiento realizar fácilmente pruebas operacionales y determinar si el software está listo para operación o no?	Observar el comportamiento del usuario o el responsable de mantenimiento, quien está probando el sistema software después del mantenimiento	X = Sum (T) / N	0 < X	Ratio	T = Tiempo	Reporte de solución de problema	5.3 Pruebas de calificación 5.4 Operación 5.5 Mantenimiento	Desarrollador Responsable de mantenimiento Operador
			T = Tiempo que toma probar para estar seguros si el reporte de fallas fue resuelto o no	El más pequeño es lo mejor		N = Cantidad X = Tiempo / Cantidad	Reporte de operación		
			N = Número de fallas resueltas						
NOTA									
X implica “tiempo promedio (esfuerzo) para probar después de la solución de una falla”. Si las fallas no son resueltas o ajustadas, exclúyalas y mida separadamente el ratio de tales fallas.									
Capacidad de reanudar la prueba	¿Puede el usuario y el responsable de mantenimiento fácilmente realizar pruebas operacionales con puntos de control después del mantenimiento?	Observar el comportamiento del usuario o el responsable de mantenimiento, quien está probando el sistema software después del mantenimiento	X = A / B	0 < = X < = 1	Absoluta	A = Cantidad	Reporte de solución de problema	5.3 Pruebas de calificación 5.4 Operación 5.5 Mantenimiento	Desarrollador Responsable de mantenimiento Operador
			A = Número de casos en los cuales el responsable de mantenimiento puede hacer una pausa y reanudar ejecutando pruebas a puntos deseados para revisar paso a paso	El más distante y más cercano a 1,0 es lo mejor.		B = Cantidad	Reporte de operación		
			B = Número de casos de pausa por ejecutar la prueba						

Fuente: NTP-ISO/IEC-TR 9126-3

Tabla 16 Métricas internas de aplicabilidad

Métricas internas de aplicabilidad									
Nombre de métrica	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de los elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de métrica	Tipo de medida	Entradas para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Adecuación funcional	¿Cuán adecuadas son las funciones revisadas?	Contar el número de funciones implementadas en las que se detectó problemas para realizar las tareas especificadas y comparar con las funciones implementadas. Se puede medir lo siguiente: - todas o parte de las especificaciones de diseño - módulos/partes completadas de productos software	$X = 1 - A/B$ A = Número de funciones en las que se detectó problemas durante la evaluación B = Número de funciones revisadas	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cercano a 1 es lo mejor.	Absoluta	X = Cantidad/ Cantidad A = Cantidad B = Cantidad	Especificación de requerimientos · Diseño Código fuente Reporte de revisión	6.5 Validación 6.6 Revisión conjunta	Evaluador Desarrollador
Integridad de implementación funcional	¿Cuán completa es la implementación funcional?	Contar el número de funciones faltantes detectadas en la evaluación y comparar con el número de funciones descritas en la especificación de requerimientos	$X = 1 - A/B$ A = Número de funciones faltantes detectadas en la evaluación B = Número de funciones descritas en la especificación de requerimientos	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cercano a 1 es lo mejor.	Absoluta	X = Cantidad/ Cantidad A = Cantidad B = Cantidad	Especificación de requerimientos · Diseño Código fuente Reporte de revisión	6.5 Validación 6.6 Revisión conjunta	Evaluador Desarrollador
NOTA: La entrada al proceso de medición es la especificación de requerimientos actualizada. Cualquier cambio identificado durante el ciclo de vida debe ser aplicado a la especificación de requerimientos antes de usarla en el proceso de medición.									

Fuente: NTP-ISO/IEC-TR 9126-3

Tabla 17 Métricas internas de aplicabilidad (continuación)

Métricas internas de aplicabilidad									
Nombre de métrica	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de los elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de métrica	Tipo de medida	Entradas para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Cobertura de la implementación funcional	¿Cuán correcta es la implementación funcional?	Contar el número de funciones faltantes o implementadas incorrectamente y comparar con el número de funciones descritas en la especificación de requerimientos	$X = 1 - A/B$ A = Número de funciones faltantes o implementadas incorrectamente que se detectaron B = Número de funciones descritas en la especificación de requerimientos	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cercano a 1 es lo mejor.	Absoluta	X = Cantidad/ Cantidad A = Cantidad B = Cantidad	Especificación de requerimientos. Diseño Código fuente Reporte de revisión	6.5 Validación 6.6 Revisión conjunta	Evaluador Desarrollador
<p>NOTAS:</p> <p>Revisión por ítem funcional.</p> <p>La entrada al proceso de medición es la especificación de requerimientos actualizada. Cualquier cambio identificado durante el ciclo de vida debe ser aplicado a la especificación de requerimientos antes de usarla en el proceso de medición.</p>									
Estabilidad (volatilidad) de la especificación funcional	¿Cuán estable es la especificación funcional durante el ciclo de vida de desarrollo?	Contar el número de funciones cambiadas (añadidas, modificadas, o eliminadas) durante la fase de desarrollo del ciclo de vida y comparar con el número de funciones descritas en la especificación de requerimientos	$X = 1 - A/B$ A = Número de funciones cambiadas durante la fase del ciclo de vida de desarrollo B = Número de funciones descritas en la especificación de requerimientos	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cercano a 1 es lo mejor.	Absoluta	X = Cantidad/ Cantidad A = Cantidad B = Cantidad	Especificación de requerimientos. Reporte de revisión	6.5 Validación 6.3 Aseguramiento de la calidad 5.3 Pruebas de calificación 6.8 Resolución de problemas 5.4 Operación	Desarrollador Responsable de mantenimiento

Fuente: NTP-ISO/IEC-TR 9126-3

Tabla 18 Métricas internas de precisión

Métricas internas de precisión									
Nombre de métrica	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de los elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de métrica	Tipo de medida	Entradas para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Exactitud de cálculos	¿Cuán completamente se implementaron los requerimientos de exactitud?	Contar el número de funciones que han implementado los requerimientos de exactitud y comparar con el número de funciones con requerimientos de exactitud especificados.	$X = A/B$ A = Número de funciones en las que se ha implementado requerimientos de exactitud específicos, confirmados en la evaluación. B = Número de funciones para las cuales se necesita implementar requerimientos de exactitud específicos.	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cercano a 1 es lo mejor.	Absoluta	X = Cantidad/ Cantidad A = Cantidad B = Cantidad	Especificación de requerimientos. Diseño Código fuente Reporte de revisión	6.5 Validación 6.6 Revisión conjunta	Evaluador Desarrollador
Precisión	¿Cuán completamente se implementaron los niveles específicos de precisión en los ítems de datos?	Contar el número de ítems de datos que cumplen con los requerimientos de niveles de precisión específicos y comparar con el número total de ítems de datos con requerimientos de niveles de precisión especificados	$X = A/B$ A = Número de ítems de datos implementados con niveles de precisión específicos, confirmados en la evaluación. B = Número de ítems de datos que requieren niveles de precisión especificados.	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cercano a 1 es lo mejor.	Absoluta	X = Cantidad/ Cantidad A = Cantidad B = Cantidad	Especificación de requerimientos. Diseño Código fuente Reporte de revisión	6.5 Validación 6.6 Revisión conjunta	Evaluador Desarrollador

Fuente: NTP-ISO/IEC-TR 9126-3

Tabla 19 Métricas internas de interoperabilidad

Métricas internas de interoperabilidad									
Nombre de métrica	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de los elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de métrica	Tipo de medida	Entradas para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Intercambiabilidad de datos (basado en formatos de datos)	¿Cuán correctamente se implementaron los formatos de datos de interfaces?	Contar el número de formatos de datos de interfaces que se han implementado correctamente según las especificaciones, y comparar con el número de formatos de datos que deben ser intercambiados según las especificaciones.	$X = A/B$ A = Número de formatos de datos de las interfaces que se han implementado correctamente según las especificaciones. B = Número de formatos de datos que deben ser intercambiados según las especificaciones.	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cercano a 1 es lo mejor.	Absoluta	X = Cantidad/ Cantidad A = Cantidad B = Cantidad	Especificación de requerimientos Diseño Código fuente Reporte de revisión	6.5 Validación 6.6 Revisión conjunta	Desarrollador Evaluador
Consistencia de las interfaces	¿Cuán correctamente se implementaron los protocolos de interfaz?	Contar el número de protocolos de interfaz que se implementaron correctamente según las especificaciones y comparar con el número de protocolos de interfaz que deben implementarse según las especificaciones.	$X = A/B$ A = Número de protocolos de interfaz que implementan un formato consistente según las especificaciones confirmadas en la revisión. B = Número de protocolos de interfaz que deben implementarse según las especificaciones.	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cercano a 1 es lo mejor.	Absoluta	X = Cantidad/ Cantidad A = Cantidad B = Cantidad	Especificación de requerimientos. Diseño Código fuente Reporte de revisión	6.4 Verificación 6.6 Revisión conjunta	Desarrollador Evaluador

Fuente: NTP-ISO/IEC-TR 9126-3

Tabla 20 Métricas internas de seguridad

Métricas internas de seguridad									
Nombre de métrica	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de los elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de métrica	Tipo de medida	Entradas para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Auditoría de accesos	¿Cuán auditables son los accesos?	Contar el número de tipos de acceso que se han registrado correctamente según las especificaciones y comparar con el número de tipos de acceso requeridos para ingresar según las especificaciones.	$X = A/B$ A = Número de tipos de acceso que han ingresado según las especificaciones. B = Número de tipos de acceso requeridos para ingresar según las especificaciones.	$0 \leq X \leq 1$ Mientras más cercano a 1, más auditable.	Absoluta	X = Cantidad/ Cantidad A = Cantidad B = Cantidad	Especificación de requerimientos. Diseño Código fuente Reporte de revisión	6.5 Validación 6.6 Revisión conjunta	Evaluador Desarrollador
Control de acceso	¿Cuán controlables son los accesos al sistema?	Contar el número de requerimientos de control de accesos implementados correctamente según las especificaciones y comparar con el número de requerimientos de control de accesos en las especificaciones.	$X = A/B$ A = Número de requerimientos de control de accesos implementados correctamente según las especificaciones. B = Número de requerimientos de control de accesos en las especificaciones.	$0 \leq X \leq 1$ Mientras más cercano a 1, más controlable.	Absoluta	X = Cantidad/ Cantidad A = Cantidad B = Cantidad	Especificación de requerimientos. Diseño Código fuente Reporte de revisión	6.5 Validación 6.6 Revisión conjunta	Evaluador Desarrollador
Prevención de corrupción de datos	¿Cuán completa es la implementación de prevención de corrupción de datos?	Contar el número de instancias de prevención de corrupción de datos implementadas según lo especificado y comparar con el número de instancias de operaciones/accesos especificadas en los requerimientos según su capacidad para corromper/destruir datos.	$X = A/B$ A = Número de instancias de prevención de corrupción de datos implementadas según lo especificado, confirmadas en la revisión. B = Número de instancias de operaciones/accesos especificadas en los requerimientos según su capacidad para corromper/destruir datos.	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cercano a 1 es lo mejor.	Absoluta	X = Cantidad/ Cantidad A = Cantidad B = Cantidad	Especificación de requerimientos. Diseño Código fuente Reporte de revisión	6.5 Validación 6.6 Revisión conjunta	Desarrollador

NOTA: Considerar niveles de seguridad cuando se utilice esta métrica.

Fuente: NTP-ISO/IEC-TR 9126-3

Tabla 21 Métricas internas de seguridad (continuación)

Métricas internas de seguridad									
Nombre de métrica	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de los elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de métrica	Tipo de medida	Entradas para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Encriptación de datos	¿Cuán completa es la implementación de encriptación de datos?	Contar el número de instancias para encriptar/desencriptar de ítems de datos implementadas según lo especificado y comparar con el número de instancias de ítems de datos que requieren facilidades para encriptar/desencriptar datos según las especificaciones.	$X = A/B$ A = Número de instancias de encriptación/decriptación de ítems de datos implementadas según lo especificado, confirmadas en la revisión. B = Número de instancias de ítems de datos que requieren facilidades de encriptación/decriptación de datos según las especificaciones.	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cercano a 1 es lo mejor.	Absoluta	X = Cantidad/ Cantidad A = Cantidad B = Cantidad	Especificación de requerimientos Diseño Código fuente Reporte de revisión	6.5 Validación	Desarrollador
NOTA Encriptación de datos usada: por ejemplo; datos en base de datos abierta, datos en un sistema público de comunicaciones.									

Fuente: NTP-ISO/IEC-TR 9126-3

Tabla 22 Métricas internas de conformidad de funcionalidad

Métricas internas de conformidad de funcionalidad									
Nombre de métrica	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de los elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de métrica	Tipo de medida	Entradas para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Conformidad de funcionalidad	¿Cuán conforme está la funcionalidad del producto con las regulaciones, normas y convenciones?	Contar el número de ítems que requieren conformidad y que lo han logrado, y comparar con el número de ítems que requieren conformidad según las especificaciones.	$X = A/B$ A = Número de ítems correctamente implementados confirmados en la revisión relacionados con la conformidad de funcionalidad. B = Número total de ítems de funcionalidad que requieren conformidad.	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cercano a 1 es lo mejor.	Absoluta	X = Cantidad/ Cantidad A = Cantidad B = Cantidad	Especificación de conformidad de normas, o convenciones o regulaciones relacionadas Diseño Código fuente Reporte de revisión	6.5 Validación 6.6 Revisión conjunta	Evaluador Desarrollador
Conformidad con normas para intersistemas	¿Cuán conformes están las interfaces entre sistemas con las regulaciones, normas y convenciones?	Contar el número de interfaces que logran la conformidad requerida y comparar con el número de interfaces que requieren conformidad según las especificaciones.	$X = A/B$ A = Número de interfaces correctamente implementadas según lo especificado, confirmadas en la revisión. B = Número total de interfaces que requieren conformidad.	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cercano a 1 es lo mejor.	Absoluta	X = Cantidad/ Cantidad A = Cantidad B = Cantidad	Especificación de requerimientos Diseño Código fuente Reporte de revisión	6.5 Validación 6.6 Revisión conjunta	Desarrollador Evaluador
NOTA Todos los atributos especificados de una norma deben ser revisados.									

Fuente: NTP-ISO/IEC-TR 9126-3

Tabla 23 Métricas internas de madurez

Métricas internas de madurez									
Nombre de métrica	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de los elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de métrica	Tipo de medida	Entradas para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Detección de fallas	¿Cuántas fallas fueron detectadas en el producto revisado?	Contar el número de fallas detectadas en la revisión y comparar con el número de fallas estimadas que se espera se detecte en esta fase.	X = A/B A = Número Absoluta de fallas detectadas en la revisión. B = Número de fallas estimadas que se espera se detecte en la revisión (usando datos históricos o un modelo de referencia).	0 <= X Un valor alto de X implica buena calidad de producto, mientras que si A=0 no necesariament e implica que el producto revisado esté libre de fallas.	Absoluta	X = Cantidad/ Cantidad A = Cantidad B = Cantidad	El valor A proviene del reporte de revisión El valor B proviene de la base de datos de la organización	6.5 Validación 6.6 Revisión conjunta	Evaluador Desarrollador
NOTAS									
1 Esta métrica debe utilizarse para hacer predicciones durante la fase de desarrollo.									
2 Es necesario convertir el valor (X) al intervalo <0,1> si se hace suma de características.									
Eliminación de fallas	¿Cuántas fallas fueron corregidas?	Contar el número de fallas corregidas durante el diseño/codificación.	X = A A = Número de fallas corregidas en diseño/codificación.	0 <= X Un valor alto de X implica que quedan menos fallas	Ratio	X = Cantidad A = Cantidad	El valor A proviene del reporte de remoción de fallas	6.5 Validación 6.6 Revisión conjunta	Evaluador Desarrollador
	¿Cuál es la proporción de fallas removidas?	Contar el número de fallas removidas durante el diseño/codificación y comparar con el número de fallas detectadas en la revisión durante el diseño/codificación.	Y = A/B A = Número de fallas corregidas en diseño/codificación. B = Número de fallas detectadas en la revisión.	0 <= Y <= 1 Mientras más cercano a 1, mejor (más fallas removidas).	Absoluta	Y =Cantidad/ Cantidad B = Cantidad	El valor B proviene del reporte de revisión		
NOTA									
Es necesario convertir el valor (X) al intervalo <0,1> si se hace suma de características.									

Fuente: NTP-ISO/IEC-TR 9126-3

Tabla 24 Métricas internas de madurez (continuación)

Métricas de madurez internas									
Nombre de métrica	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de los elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de métrica	Tipo de medida	Entradas para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Suficiencia de pruebas	¿Cuántos de los casos de prueba requeridos están cubiertos por el plan de pruebas?	Contar el número de casos de prueba planeados y comparar con el número de casos de prueba requeridos para obtener una adecuada cobertura de pruebas.	$X = A/B$ A = Número de casos de prueba diseñados que están en el plan de pruebas y confirmados en la revisión B = Número de casos de prueba requeridos	$0 \leq X$ Cuando X es mayor es lo mejor.	Absoluta	X = Cantidad/ Cantidad A = Cantidad B = Cantidad	El valor A proviene del plan de pruebas El valor B proviene de los requerimientos	6.3 Aseguramiento de calidad 6.8 Resolución de problemas 6.4 Verificación	Desarrollador Responsable de mantenimiento

Fuente: NTP-ISO/IEC-TR 9126-3

Tabla 25 Métricas internas de tolerancia a fallos

Métricas internas de tolerancia a fallos									
Nombre de métrica	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de los elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de métrica	Tipo de medida	Entradas para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Prevención de fallos	¿Cuántos patrones de fallas se pusieron bajo control para evitar fallas serias y críticas?	Contar el número de patrones de fallas evitadas y comparar con el número de patrones de fallas a ser considerados.	$X = A/B$ A = Números total de patrones de fallas que consideran prevención en diseño/código. B = Número de patrones de fallas que deben considerarse. COMENTARIO 1: Ejemplo de patrones de fallas es el bloqueo por datos fuera de rango. COMENTARIO 2: La técnica de análisis del árbol de fallas se puede usar para detectar patrones de fallas.	$0 \leq X$ Cuando X es mayor, mejor evitación de fallas	Absoluta	X = Cantidad/ Cantidad A = Cantidad B = Cantidad	El valor A proviene del reporte de revisión El valor B proviene del documento de especificación de requerimientos	6.4 Verificación 6.5 Validación 6.6 Revisión conjunta 6.8 Resolución de problemas	Desarrollador Evaluador Responsable de mantenimiento
Prevención de operación incorrecta	¿Cuántas funciones se han implementado con capacidad de prevención de operación incorrecta?	Contar el número de funciones implementadas para evitar fallas críticas y serias causadas por operación incorrecta y comparar con el número de patrones de operación incorrecta que deben considerarse. COMENTARIO: Las fallas del sistema incluyen también datos dañados	$X = A/B$ A = Número de funciones implementadas para evitar patrones de operación incorrecta. B = Número de patrones de operación incorrecta que deben considerarse. COMENTARIOS: Patrones de operación incorrecta. Tipos de datos incorrectos, como parámetros. Secuencia de datos de entrada incorrecta. Secuencia de operación incorrecta. COMENTARIOS: La técnica de análisis del árbol de fallas se puede usar para detectar patrones de operación incorrecta	$0 \leq X$ Cuando X es mayor, mejor es la prevención de operación incorrecta	Absoluta	X = Cantidad/ Cantidad A = Cantidad B = Cantidad	El valor A proviene del reporte de revisión El valor B proviene del documento de especificación de requerimientos	6.4 Verificación 6.5 Validación 6.6 Revisión conjunta 6.8 Resolución de problemas	Desarrollador Evaluador Responsable de mantenimiento

Fuente: NTP-ISO/IEC-TR 9126-3

Tabla 26 Métricas internas de recuperabilidad

Métricas internas de recuperabilidad									
Nombre de métrica	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de los elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de métrica	Tipo de medida	Entradas para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Capacidad de restauración	¿Cuán capaz es el sistema de restaurarse a sí mismo después de un evento anormal o a solicitud?	Contar el número de requerimientos de restauración implementados y comparar con el número de requerimientos de restauración en las especificaciones Ejemplos de requerimientos de restauración: punto de comprobación de base de datos, punto de comprobación de transacción, función rehacer, función deshacer.	$X = A/B$ A = Número de requerimientos de restauración implementados confirmados en la revisión. B = Número de requerimientos de restauración en las especificaciones.	$0 \leq X \leq 1$ Cuando X es mayor, mejor restaurabilidad	Absoluta	X = Cantidad/ Cantidad A = Cantidad B = Cantidad	El valor A proviene del reporte de revisión El valor B proviene de los requerimientos o del documento de diseño	6.4 Verificación 6.6 Revisión conjunta	Desarrollador Responsable de mantenimiento
Efectividad de la capacidad de restauración	¿Cuán efectiva es la capacidad de restauración?	Contar el número de requerimientos de restauración implementados que cumplen con los tiempos de restauración (mediante cálculos o simulaciones) y comparar con el número de requerimientos de restauración con tiempos esperados especificados	$X = A/B$ A = Número de requerimientos de restauración implementados que cumplen con los tiempos de restauración esperados. B = Número de requerimientos de restauración con tiempos esperados especificados.	$0 \leq X \leq 1$ Cuando X es mayor, mejor efectividad	Absoluta	X = Cantidad/ Cantidad A = Cantidad B = Cantidad	El valor A proviene del reporte de revisión El valor B proviene de los requerimientos o del documento de diseño	6.4 Verificación 6.6 Revisión conjunta	Desarrollador Responsable de mantenimiento

Fuente: NTP-ISO/IEC-TR 9126-3

Tabla 27 Métricas internas de conformidad de fiabilidad

Métricas internas de conformidad de fiabilidad									
Nombre de métrica	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de los elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de métrica	Tipo de medida	Entradas para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Conformidad de fiabilidad	¿Cuán conforme es la fiabilidad del producto en aplicación a las regulaciones, normas y convenciones?	Contar el número de ítems que requieren conformidad de fiabilidad y que la alcanzaron, y comparar con el número de ítems que requieren conformidad según las especificaciones.	$X = A/B$ A = Número de ítems correctamente implementados relacionados con la conformidad de fiabilidad, en la evaluación. B = Número total de ítems de conformidad de fiabilidad.	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cercano a 1 es lo mejor.	Absoluta	X = Cantidad/ Cantidad A = Cantidad B = Cantidad	Especificaciones de conformidad y normas, convenciones y regulaciones relacionadas. Diseño Código fuente Reporte de revisión	6.4 Verificación 6.6 Revisión conjunta	Evaluador Desarrollador

Fuente: NTP-ISO/IEC-TR 9126-3

Tabla 28 Métricas internas de comportamiento en el tiempo

Métricas internas del comportamiento en el tiempo									
Nombre de métrica	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de los elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de métrica	Tipo de medida	Entradas para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Tiempo de respuesta	¿Cuál es el tiempo estimado para completar una tarea específica?	<p>Evaluar la eficiencia del sistema operativo y las llamadas de las aplicaciones.</p> <p>Estimar el tiempo de respuesta basándose en lo anterior.</p> <p>Lo siguiente puede ser medido:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Todo o parte de la especificación del diseño - Probar toda la ruta de la transacción - Pruebas completas de los módulos o partes del producto software - El producto software completo durante la fase de prueba 	X = tiempo (calculado o simulado)	Lo menor es lo mejor	Ratio	X = Tiempo	<p>Sistema operativo conocido.</p> <p>Tiempo estimado en llamadas al sistema</p>	<p>6.4 Verificación</p> <p>6.6 Revisión conjunta</p>	<p>Desarrollador</p> <p>Evaluador</p>
Tiempo de rendimiento	¿Cuál es el número estimado de tareas que pueden ser realizadas durante una unidad de tiempo?	<p>Evaluar la eficiencia de la manipulación de recursos del sistema.</p> <p>Establecer un factor basado en las llamadas de las aplicaciones para el manejo de recursos.</p>	X = Número de tareas por unidad de tiempo	Lo mayor es lo mejor.	Ratio	X = Cantidad	<p>Sistema operativo conocido.</p> <p>Tiempo estimado en llamadas al sistema</p>	<p>6.4 Verificación</p> <p>6.6 Revisión conjunta</p>	<p>Desarrollador</p> <p>Evaluador</p>

Fuente: NTP-ISO/IEC-TR 9126-3

Tabla 29 Métricas internas de comportamiento en el tiempo

Métricas internas del comportamiento en el tiempo									
Nombre de métrica	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de los elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de métrica	Tipo de medida	Entradas para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Tiempo de retorno	¿Cuál es el tiempo estimado para completar un grupo de tareas relacionadas como un trabajo en lote?	<p>Evaluar la eficiencia del sistema operativo y las llamadas de las aplicaciones.</p> <p>Estimar el tiempo de respuesta para completar un grupo de tareas relacionadas basándose en lo anterior.</p> <p>Lo siguiente podrá ser medido:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Todo o parte de la especificación del diseño - Probar toda la ruta de la transacción - Pruebas completas de los módulos o partes del producto software - El producto software completo durante la fase de prueba 	X = tiempo (calculado o simulado)	Lo menor es lo mejor	Ratio	X = Tiempo	<p>Sistema operativo conocido.</p> <p>Tiempo estimado en llamadas al sistema</p>	<p>6.4 Verificación</p> <p>6.6 Revisión conjunta</p>	<p>Desarrollador</p> <p>Evaluador</p>

Fuente: NTP-ISO/IEC-TR 9126-3

Tabla 30 Métricas internas de comportamiento en el tiempo (continuación)

Métricas internas del comportamiento en el tiempo									
Nombre de métrica	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de los elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de métrica	Tipo de medida	Entradas para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Tiempo de retorno	¿Cuál es el tiempo estimado para completar un grupo de tareas relacionadas como un trabajo en lote?	<p>Evaluar la eficiencia del sistema operativo y las llamadas de las aplicaciones.</p> <p>Estimar el tiempo de respuesta para completar un grupo de tareas relacionadas basándose en lo anterior.</p> <p>Lo siguiente podrá ser medido:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Todo o parte de la especificación del diseño - Probar toda la ruta de la transacción - Pruebas completas de los módulos o partes del producto software - El producto software completo durante la fase de prueba 	X = tiempo (calculado o simulado)	Lo menor es lo mejor	Ratio	X = Tiempo	<p>Sistema operativo conocido.</p> <p>Tiempo estimado en llamadas al sistema</p>	<p>6.4 Verificación</p> <p>6.6 Revisión conjunta</p>	<p>Desarrollador</p> <p>Evaluador</p>

Fuente: NTP-ISO/IEC-TR 9126-3

Tabla 31 Métricas internas de utilización de recursos

Métricas interna de utilización de los recursos									
Nombre de métrica	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de los elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de métrica	Tipo de medida	Entradas para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Utilización de entradas y salidas	¿Cuál es la utilización estimada de entradas y salidas para completar una tarea específica?	Estimar la utilización de entradas y salidas requeridas para la aplicación.	$X = \text{Número de Buffers (calculados o simulados).}$	Lo menor es lo mejor	Ratio	$X = \text{Tamaño}$	Código fuente	6.4 Verificación	Desarrollador
Densidad de los mensajes de entrada y salida	¿Cuál es la densidad de los mensajes relacionados a la utilización de entradas y salidas que se encuentran en las líneas de código responsables de llamadas al sistema?	Contar el número de errores o advertencias relacionadas a las fallas en las entradas y salidas y comparar con el número estimado de líneas de código responsables de llamadas al sistema	$X = A / B$ $A = \text{Número de mensajes de error relacionados con fallas de entrada y salida.}$ $B = \text{Número de líneas de código directamente relacionadas a llamadas al sistema.}$	Lo mayor es lo mejor	Absoluta	$X = \text{Cantidad/ Cantidad}$ $A = \text{Cantidad}$ $B = \text{Cantidad}$	Código fuente	6.4 Verificación	Desarrollador
Utilización de memoria	¿Cuál es el tamaño estimado de memoria que ocupará el producto para completar una tarea específica?	Estimar el requerimiento de memoria	$X = \text{Tamaño en bytes (calculado o estimado).}$	Lo menor es lo mejor	Ratio	$X = \text{Tamaño}$	Estimar el tamaño de utilización de memoria	6.4 Verificación	Desarrollador

Fuente: NTP-ISO/IEC-TR 9126-3

Tabla 32 Métricas internas de utilización de recursos (continuación)

Métricas internas de utilización de los recursos									
Nombre de métrica	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de los elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de métrica	Tipo de medida	Entradas para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Densidad de mensajes en la utilización de memoria	¿Cuál es la densidad de los mensajes relacionados a la utilización de la memoria en las líneas de código que son responsables de llamadas al sistema?	Contar el número de errores o advertencias relacionadas a las fallas en la utilización de la memoria y comparar con el número estimado de líneas de código responsables de llamadas al sistema	$X = A / B$ A = Número de mensajes de error relacionados a fallas de memoria. B = Número de líneas de código directamente relacionadas a llamadas al sistema	Lo mayor es lo mejor	Ratio	$X = \text{Cantidad} / \text{Cantidad}$ A = Cantidad B = Cantidad	Código fuente	6.4 Verificación	Desarrollador
Utilización de la transmisión	¿Cuál es la cantidad estimada de la utilización de la transmisión de recursos?	Estimar la utilización de los recursos de transmisión estimando el volumen de transmisión.	$X = \text{bits} / \text{tiempo}$ (calculado o estimado)	Lo menor es lo mejor	Ratio	X = Tiempo	Sistema operativo conocido. Tiempo estimado en llamadas al sistema	6.4 Verificación	Desarrollador

Fuente: NTP-ISO/IEC-TR 9126-3

Tabla 33 Métricas internas de conformidad de eficiencia

Métricas Internas del conformidad de eficiencia									
Nombre de métrica	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de los elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de métrica	Tipo de medida	Entradas para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Conformidad de eficiencia	¿En qué medida cumple la eficiencia del producto con respecto a regulaciones, normas y convenciones aplicables?	Contar el número de elementos que requieren conformidad y que han sido cumplidos y comparar con el número de elementos que requieren conformidad en la especificación.	$X = A / B$ A = Número de elementos implementados relacionados a la conformidad de eficiencia. B = Número total de ítems de conformidad	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cerca de 1, es lo mejor.	Absoluta	X = Cantidad/ Cantidad	Especificación de conformidad y normas, convenciones o regulaciones relacionadas. Diseño Código Fuente Reporte de revisión	6.4 Verificación 6.6 Revisión conjunta	Evaluador Desarrollador

Fuente: NTP-ISO/IEC-TR 9126-3

Tabla 34 Métricas internas de adaptabilidad

Métricas internas de adaptabilidad									
Nombre de métrica	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de los elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de métrica	Tipo de medida	Entradas para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Adaptabilidad de estructuras de datos	¿Cuán adaptable es el producto a cambios en las estructuras de datos?	Contar el número de estructuras de datos, que son operables y no tienen ninguna limitación después de la adaptación y comparar con el número total de estructuras de datos que requieren capacidad de adaptación.	$X = A/B$ A = Número de las estructuras de datos que son operables y no tienen ninguna limitación después de la adaptación, confirmado en la revisión. B = Número total de las estructuras de datos que requieren capacidad de adaptación.	$0 \leq X \leq 1$ Cuanto más cercano a 1 es lo mejor	Absoluto	X = Cantidad/ Cantidad A = Cantidad B = Cantidad	Especificación de requerimientos Diseño Reporte de revisión	6.4 Verificación 6.6 Revisión conjunta	Desarrollador Mantenimiento Evaluador
Adaptabilidad del hardware al entorno (adaptabilidad a dispositivos de hardware e instalaciones de redes)	¿Cuán adaptable es el producto a los cambios del entorno relacionado al hardware?	Contar el número de funciones implementadas que son capaces de alcanzar resultados en entornos de hardware múltiples especificados y comparar con el número de funciones con requisitos de capacidad de adaptación al entorno del hardware.	$X = A/B$ A = Número de las funciones implementadas que son capaces de alcanzar resultados en el entorno de hardware múltiples según lo especificado, confirmado en la revisión. B = Número total de funciones con requisitos de capacidad de adaptación al entorno del hardware.	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cercano a 1 es lo mejor	Absoluta	X = Cantidad/ Cantidad A = Cantidad B = Cantidad	Especificación de requerimientos Diseño Reporte de revisión	6.4 Verificación 6.6 Revisión conjunta	Desarrollador Mantenimiento Evaluador

Fuente: NTP-ISO/IEC-TR 9126-3

Tabla 35 Métricas internas de adaptabilidad (continuación)

Métricas internas de adaptabilidad									
Nombre de métrica	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de los elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de métrica	Tipo de medida	Entradas para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Adaptabilidad al entorno organizacional (adaptabilidad a la organización y a la infraestructura de la misma)	¿Cuán adaptable es el producto al cambio organizacional?	Contar el número de las funciones implementadas que son capaces de alcanzar los resultados requeridos en organizaciones múltiples según lo especificado y comparar con el número de funciones con requisitos de adaptabilidad al entorno organizacional.	X = A/B A = Número de las funciones implementadas que son capaces de alcanzar los resultados requeridos en el ambiente de organizaciones y de negocio múltiples según lo especificado, confirmado en la revisión. B = Número total de funciones con requisitos de adaptabilidad al ambiente de la organización.	0 ≤ X ≤ 1 Lo más cercano a 1 es lo mejor	Absoluta	X = Cantidad/ Cantidad A = Cantidad B = Cantidad	Especificación de Requerimientos Diseño Reporte de revisión	6.4 Verificación 6.6 Revisión conjunta	Desarrollador Mantenimiento Evaluador
Facilidad de portabilidad para el usuario	¿Cuánto esfuerzo es necesario para realizar operaciones portables al producto?	Contar el número de las funciones implementadas que son capaces de soportar la facilidad de adaptación del usuario según lo especificado y comparar con el número de funciones con facilidad de adaptación a los requisitos de capacidad.	X = A/B A = Número de las funciones que soportan la facilidad de la adaptación del usuario según lo especificado, confirmado en la revisión. B = Número de funciones con facilidad de adaptación a los requisitos de capacidad.	0 ≤ X ≤ 1 Lo más cercano a 1 es lo mejor	Absoluta	X = Cantidad/ Cantidad A = Cantidad B = Cantidad	Especificación de requerimientos Diseño Reporte de revisión	6.4 Verificación 6.6 Revisión conjunta	Desarrollador Mantenimiento Evaluador
Adaptabilidad al entorno del sistema software (adaptabilidad al sistema operativo, al software de redes y al software de la aplicación instalada)	¿Cuán adaptable es el producto a los cambios del entorno relacionados del software del sistema?	Contar el número de funciones implementadas que son capaces de alcanzar los resultados requeridos en entornos múltiples de sistemas de software según lo especificado y comparar con el número de funciones con requisitos de capacidad de adaptación del entorno del software del sistema.	X = A/B A = Número de las funciones implementadas que son capaces de alcanzar los resultados requeridos en el entorno múltiple especificado del software del sistema según lo especificado, confirmado en la revisión. B = Número total de funciones con requisitos de capacidad de adaptación del entorno del software del sistema.	0 ≤ X ≤ 1 Lo más cercano a 1 es lo mejor	Absoluta	X = Cantidad/ Cantidad A = Cantidad B = Cantidad	Especificación de requerimientos Diseño Reporte de revisión	6.4 Verificación 6.6 Revisión conjunta	Desarrollador Mantenimiento Evaluador

Fuente: NTP-ISO/IEC-TR 9126-3

Tabla 36 Métricas internas de instalabilidad

Métricas internas de instalabilidad									
Nombre de métrica	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de los elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de métrica	Tipo de medida	Entradas para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Facilidad de reinstalación	¿Cuán fácil es repetir el proceso de instalación?	Contar el número de reinstalaciones implementadas y comparar con el número de operaciones de reinstalación requeridas.	$X = A/B$ A = Número de reinstalaciones implementadas, confirmadas en la revisión. B = Número total de operaciones de instalación requeridas.	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cercano a 1 es lo mejor	Absoluta	X = Cantidad/ Cantidad A = Cantidad B = Cantidad	Reporte de revisión	6.5 Validación	Desarrollador
Esfuerzo de instalación	¿Qué nivel de esfuerzo se requiere para la instalación?	Contar el número de tareas de instalación automatizadas y comparar con el número de tareas definidas de la instalación.	$X = A/B$ A = Número de tareas automatizadas implementadas, confirmadas en la revisión. B = Número de tareas de instalación requeridas. COMENTARIO(S): Ejemplo: número de ventanas/comandos/operaciones manuales para alcanzar el objetivo operativo.	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cercano a 1 es lo mejor	Absoluta	X = Cantidad/ Cantidad A = Cantidad B = Cantidad	Reporte de revisión	6.5 Validación	Desarrollador
Flexibilidad de la instalación	¿Cuán flexible y personalizable es la capacidad de la instalación?	Contar el número de operaciones de instalación personalizable implementadas según lo especificado y comparar con el número de operaciones de instalaciones con requisitos de instalación personalizable.	$X = A/B$ A = Número de operaciones de instalación personalizable implementadas y confirmadas en la revisión. B = Número de operaciones con capacidad de personalización requerida. COMENTARIO(S): Personalizable: Ejemplo., anidado, profundidad, número de paneles.	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cercano a 1 es lo mejor	Absoluta	X = Cantidad/ Cantidad A = Cantidad B = Cantidad	Especificación de Requerimientos Reporte de revisión	6.5 Validación	Desarrollador

Fuente: NTP-ISO/IEC-TR 9126-3

Tabla 37 Métricas internas de co-existencia

Métricas internas de co-existencia									
Nombre de métrica	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de los elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de métrica	Tipo de medida	Entradas para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Capacidad de co existencia	¿Cuán flexible es el producto para compartir su entorno sin impactos adversos con otros productos?	Contar el número de entidades con las que el producto puede co existir según lo especificado y comparar con el número de entidades en el entorno de producción que requieran co existencia.	$X = A/B$ A = Número de entidades con las que el producto puede coexistir según lo especificado. B = Número de entidades en producción que requieran co existencia.	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cercano a 1 es lo mejor	Absoluta	X = Cantidad/ Cantidad A = Cantidad B = Cantidad	Especificación de Requerimientos Diseño Reporte de revisión	6.4 Verificación 6.6 Revisión conjunta	Evaluador Desarrollador Mantenimiento

Fuente: NTP-ISO/IEC-TR 9126-3

Tabla 38 Métricas internas de reemplazabilidad

Métricas internas de reemplazabilidad									
Nombre de métrica	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de los elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de métrica	Tipo de medida	Entradas para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Uso continuo de los datos	¿Cuál es la cantidad de datos originales que permanecen sin cambios después del reemplazo con este producto?	Contar el número de elementos de datos, que continúan siendo utilizados después del reemplazo según lo especificado, y comparar con el número total de elementos de datos requeridos para ser usados por los datos anteriores después del reemplazo de software.	$X = A/B$ A = Número de elementos de datos de software que continúan siendo usados según lo especificado después del reemplazo, confirmado en la evaluación. B = Número de elementos de datos anteriores requeridos para ser usados por el software anterior.	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cercano a 1 es lo mejor	Absoluta	X = Cantidad/ Cantidad A = Cantidad B = Cantidad	Diseño Código Fuente Reporte de revisión Reporte de Pruebas	6.4 Verificación 6.6 Revisión conjunta	Evaluador Desarrollador Mantenimien to
Invariabilidad de la función	¿Cuál es la cantidad de funciones que permanecen sin cambios?	Contar el número de funciones cubiertas por el nuevo software que produce resultados similares y comparar con el número de funciones del software anterior.	$X = A/B$ A = Número de funciones cubiertas por el nuevo software que produce resultados similares, confirmado en la revisión. B = Número funciones del software anterior.	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cercano a 1 es lo mejor	Absoluta	X = Cantidad/ Cantidad A = Cantidad B = Cantidad	Diseño Código Fuente Reporte de revisión Reporte de Pruebas	6.4 Verificación 6.6 Revisión conjunta	Evaluador Desarrollador Mantenimien to

Fuente: NTP-ISO/IEC-TR 9126-3

Tabla 39 Métricas internas de la conformidad de portabilidad

Métricas internas de la conformidad de portabilidad									
Nombre de métrica	Propósito de la métrica	Método de aplicación	Medición, fórmula y cálculo de los elementos de datos	Interpretación del valor medido	Tipo de escala de métrica	Tipo de medida	Entradas para la medición	Referencia PCVS ISO/IEC 12207	Audiencia objetivo
Conformidad de portabilidad	¿Cuán conforme es la portabilidad del producto a las regulaciones, estándares y convenciones aplicables?	Contar el número de ítems que requieran que la conformidad haya sido satisfecha y comparar con el número de artículos que requieran conformidad según la especificación.	$X = A/B$ A = Número de artículos correctamente implementados relacionados con la conformidad referente a la portabilidad, confirmada en la evaluación. B = Número total de artículos confirmados.	$0 \leq X \leq 1$ Lo más cercano a 1 es lo mejor.	Absoluta	X = Cantidad/ Cantidad A = Cantidad B = Cantidad	Especificación de conformidad a los estándares, convenciones o regulaciones relacionadas. Diseño Código Fuente Reporte de revisión	6.4 Verificación 6.6 Revisión conjunta	Evaluador Desarrollador

Fuente: NTP-ISO/IEC-TR 9126-3

Anexo 4 Estudio de Tiempos:

Tabla 40 Utilización de la transmisión tarea - evento N capas

UTILIZACIÓN DE LA TRANSMISIÓN TAREA (bites/segundo) - EVENTO SOA				
	Tarea Crear	Tarea Editar	Tarea Eliminar	Tarea buscar
Activo				
Ambiente				
Evento				
Ocupación Cultural				
Organización				
Persona				
Profesión				
Usuario				

Tabla 41 Utilización de la transmisión tarea - evento N capas

UTILIZACIÓN DE LA TRANSMISIÓN TAREA (bites/segundo) - EVENTO N CAPAS				
	Tarea Crear	Tarea Editar	Tarea Eliminar	Tarea buscar
Activo				
Ambiente				
Evento				
Ocupación Cultural				
Organización				
Persona				
Profesión				
Usuario				

Tabla 42 Utilización de memoria tarea - evento SOA

UTILIZACIÓN DE MEMORIA (bites) TAREA - EVENTO SOA				
	Tarea Crear	Tarea Editar	Tarea Eliminar	Tarea buscar
Activo				
Ambiente				
Evento				
Ocupación Cultural				
Organización				
Persona				
Profesión				
Usuario				

Tabla 43 Utilización de memoria tarea - evento N capas

UTILIZACIÓN DE MEMORIA TAREA (bites) - EVENTO N CAPAS				
	Tarea Crear	Tarea Editar	Tarea Eliminar	Tarea buscar
Activo				
Ambiente				
Evento				
Ocupación Cultural				
Organización				
Persona				
Profesión				
Usuario				

Anexo 5 Diagramas de Desarrollo:



Figura 5 Actores del sistema



Figura 6 Diagrama de Clases Directorio

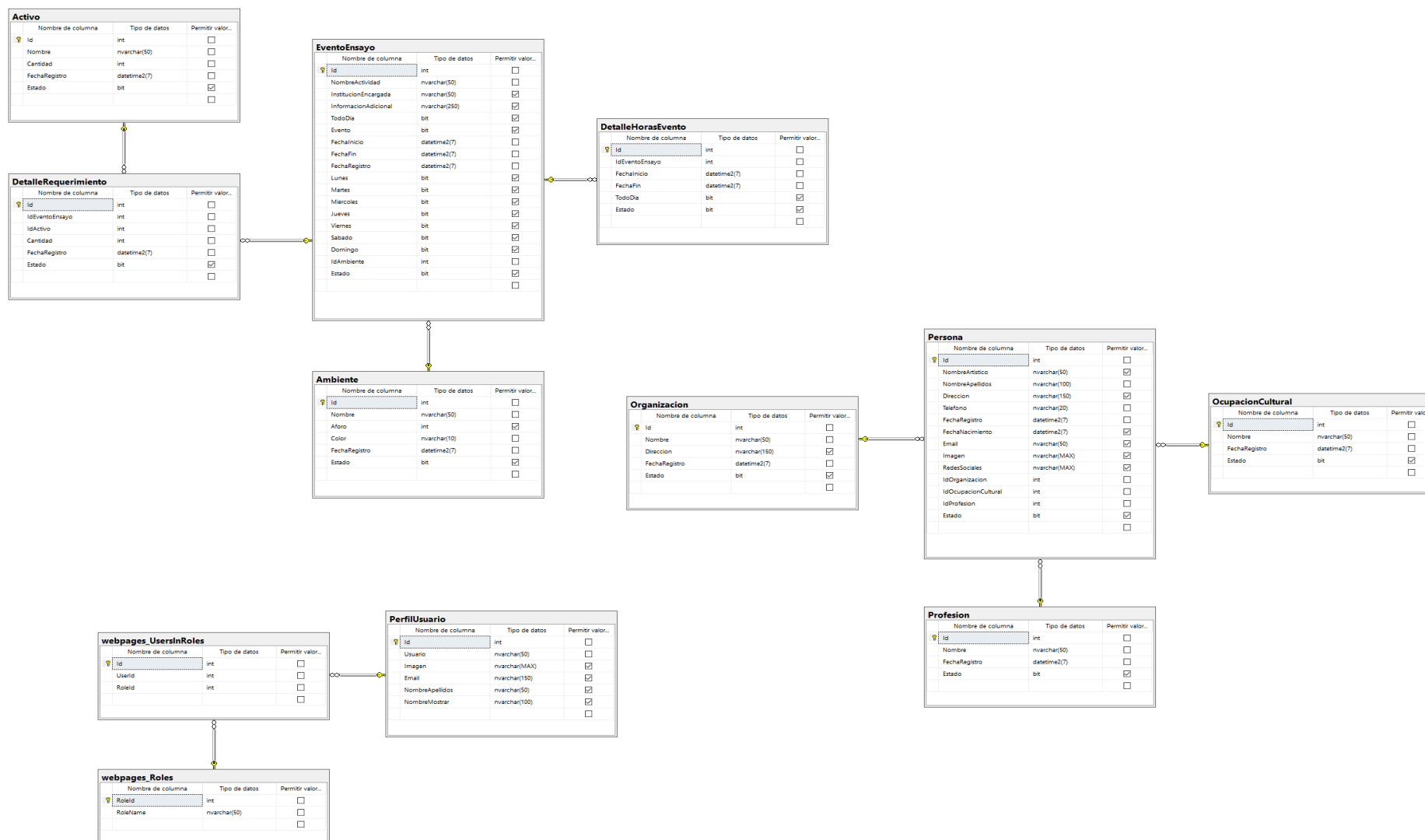


Figura 7 Diagrama de Base de datos

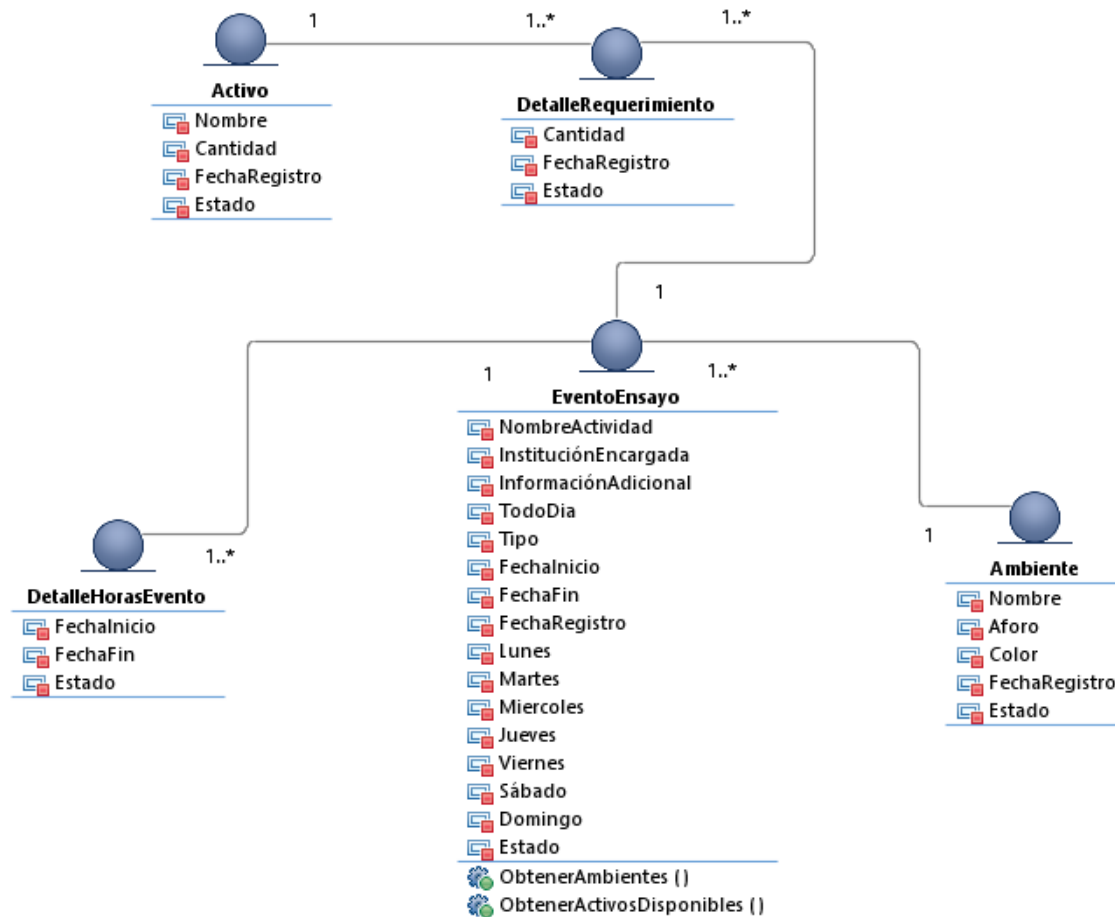


Figura 8 Diagrama de Clases de Agenda

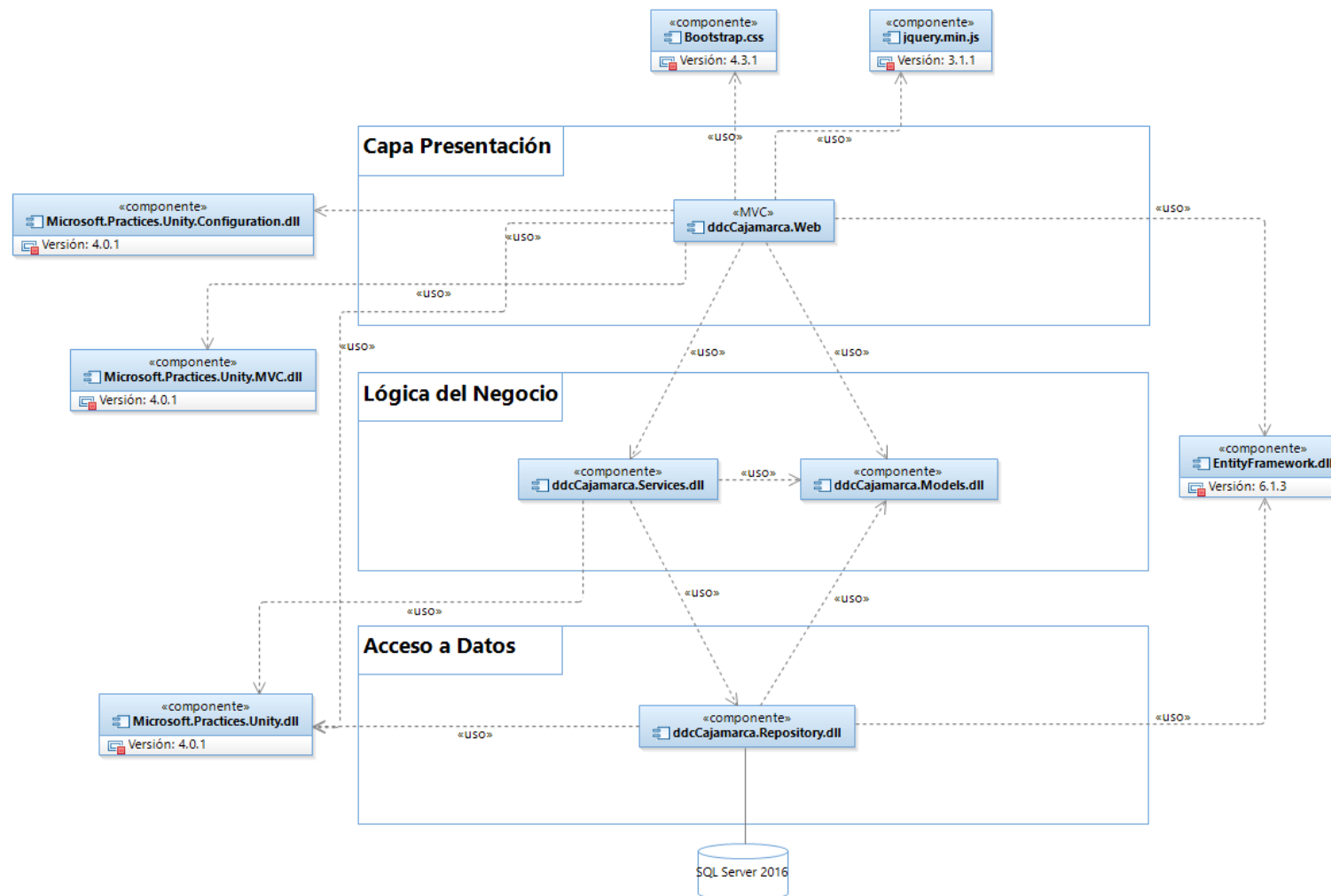


Figura 9 Diagrama de componentes

0

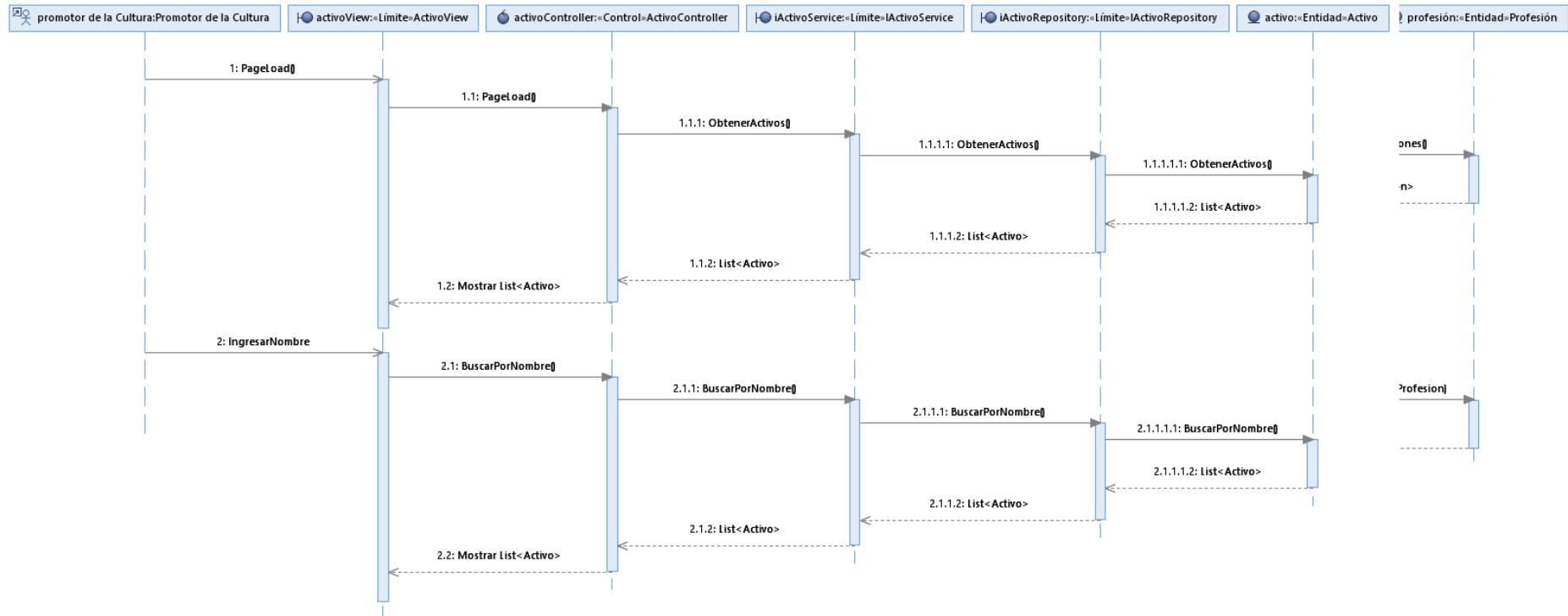


Figura 10 Diagrama de flujo activo buscar

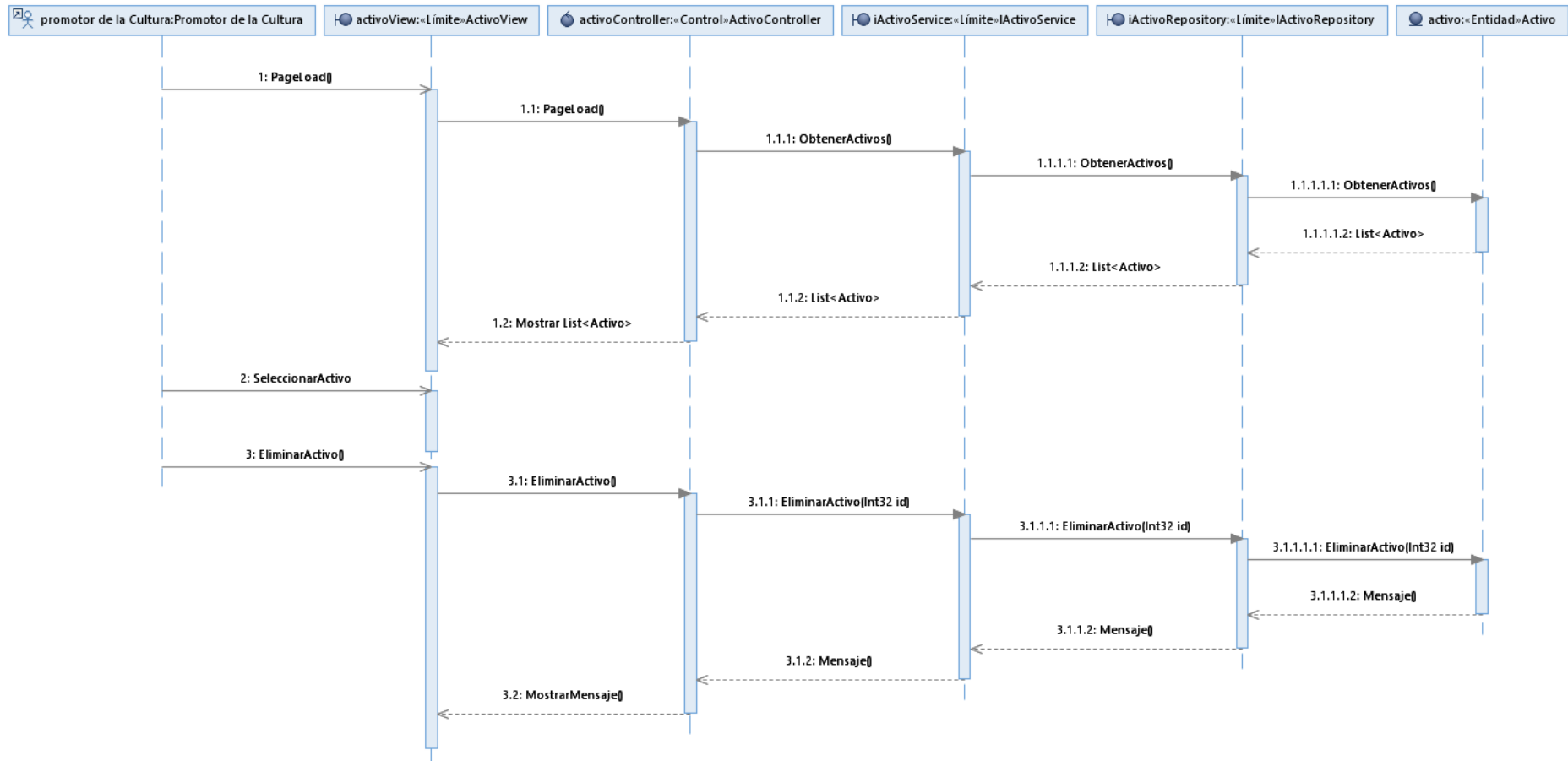


Figura 11 Diagrama de flujo activo eliminar

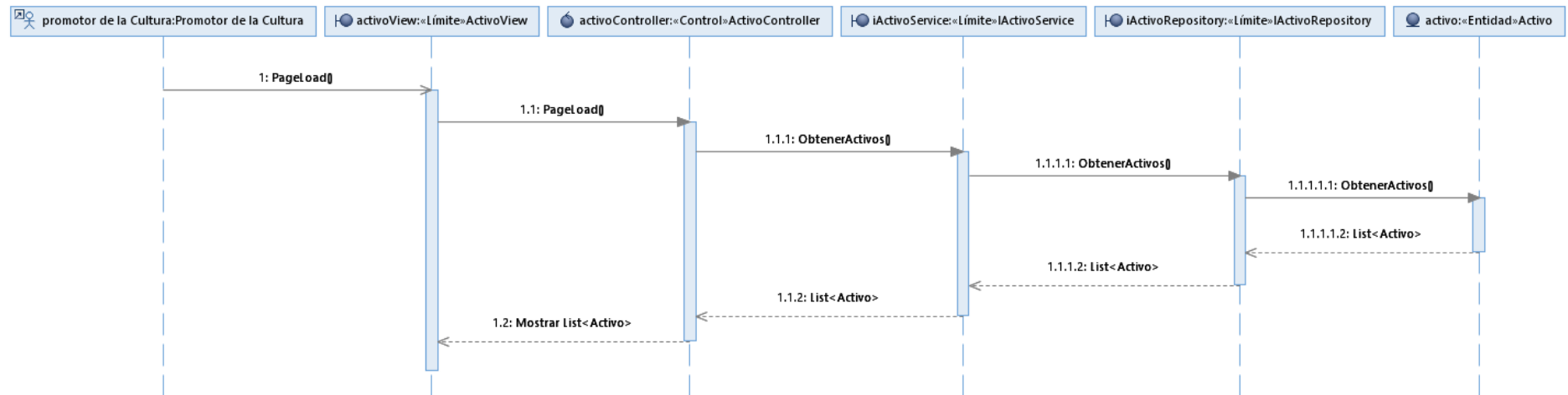


Figura 12 Diagrama de flujo activo listar

0

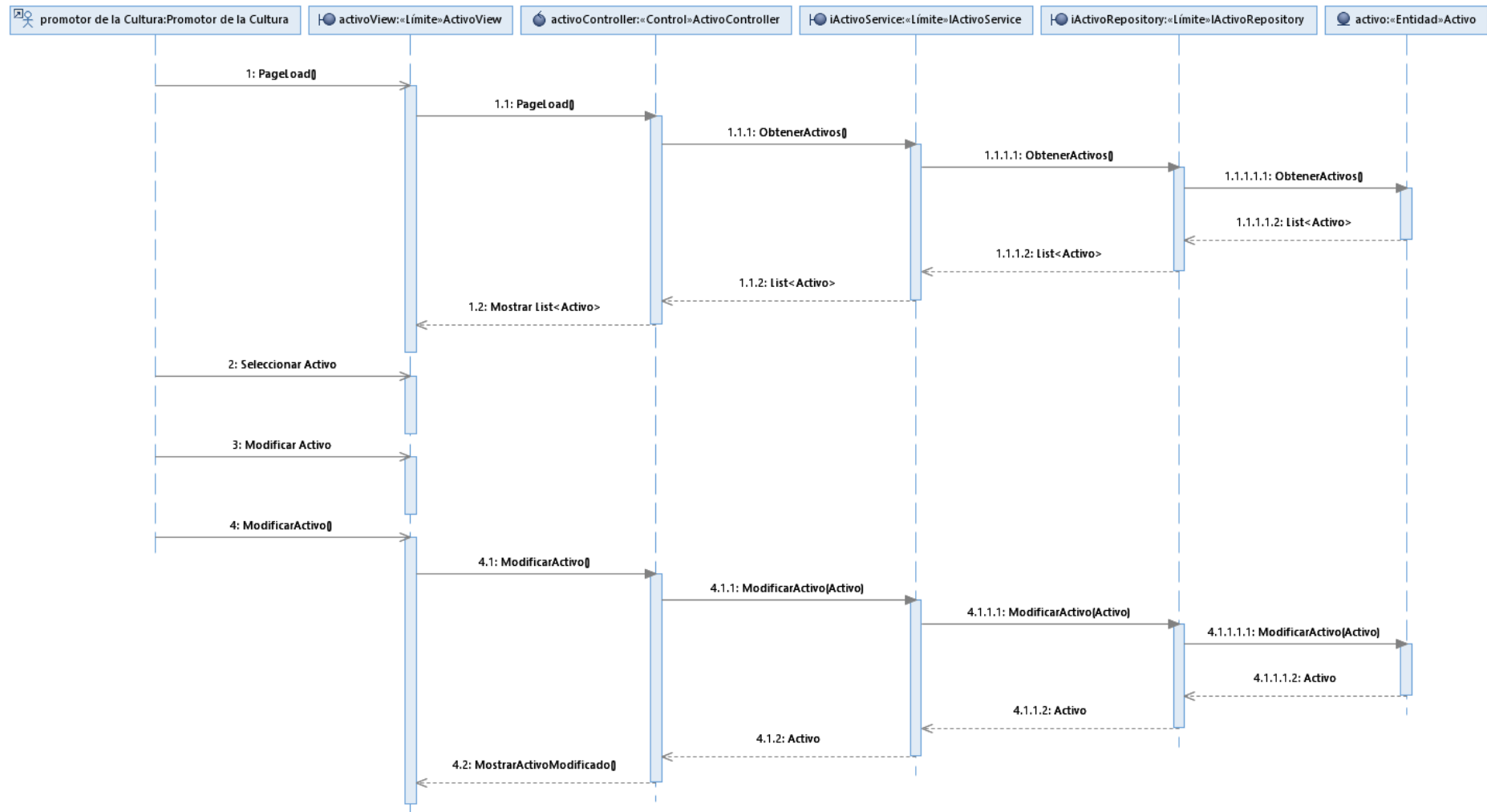


Figura 13 Diagrama de flujo activo modificar

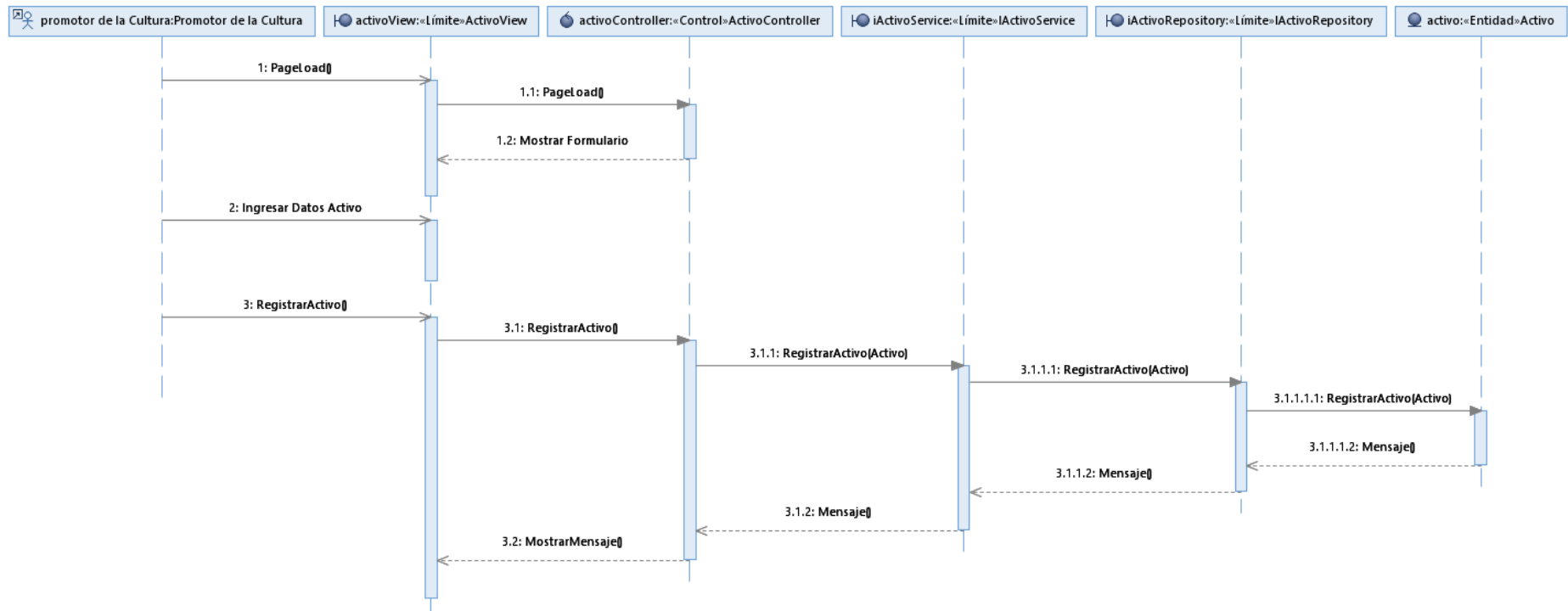


Figura 14 Diagrama de flujo activo registrar

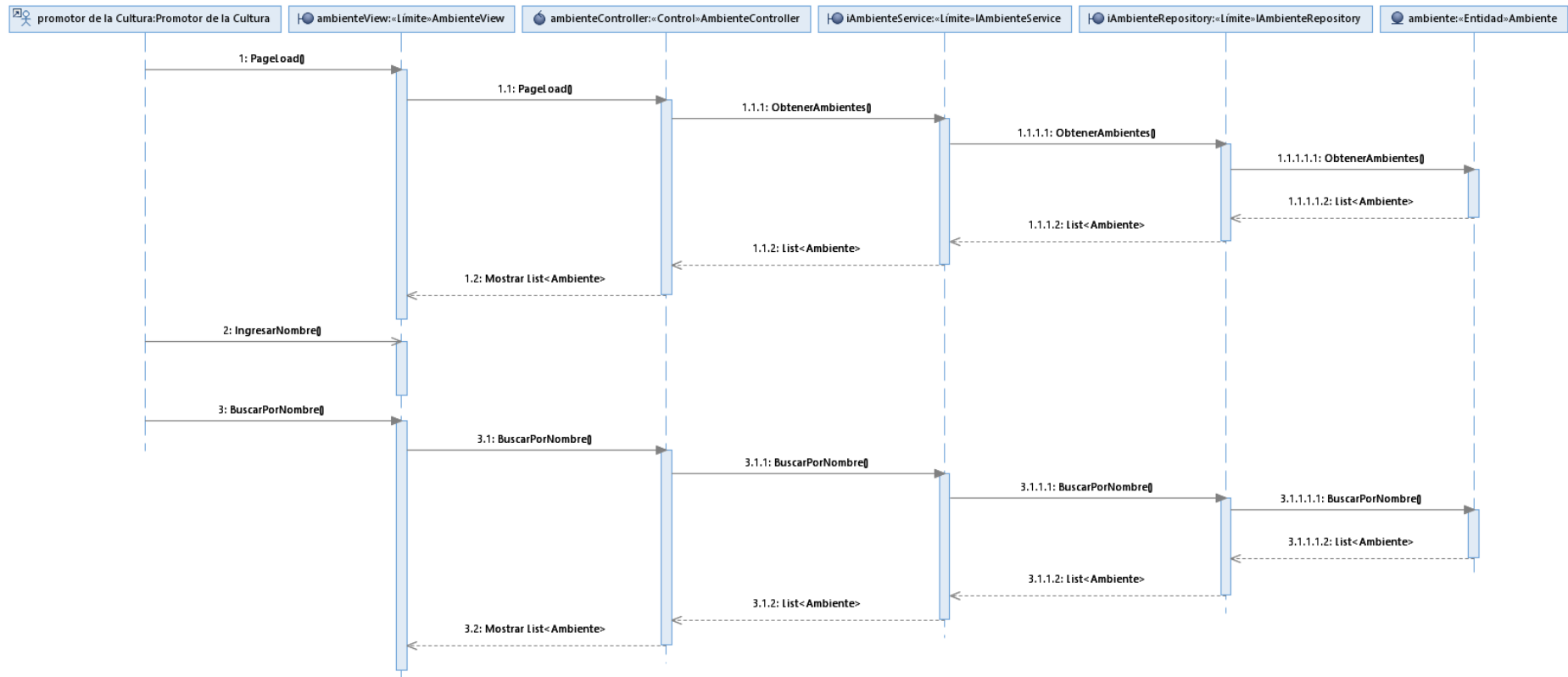


Figura 15 Diagrama de flujo ambiente buscar

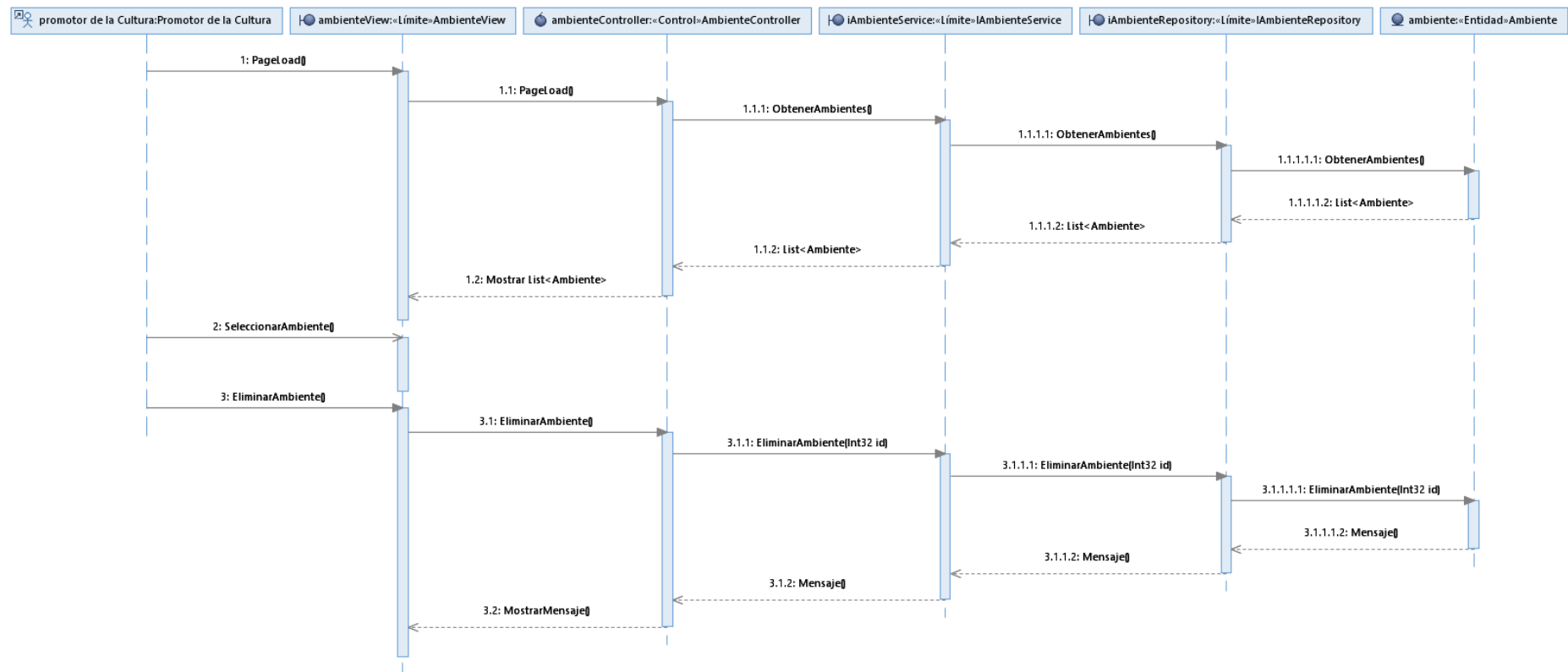


Figura 16 Diagrama de flujo ambiente eliminar

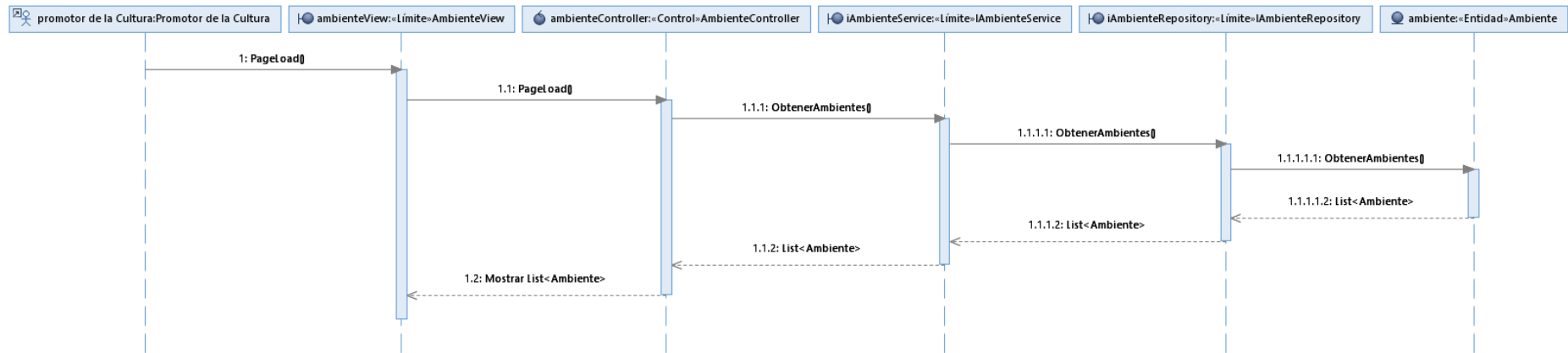


Figura 17 Diagrama de flujo ambiente listar

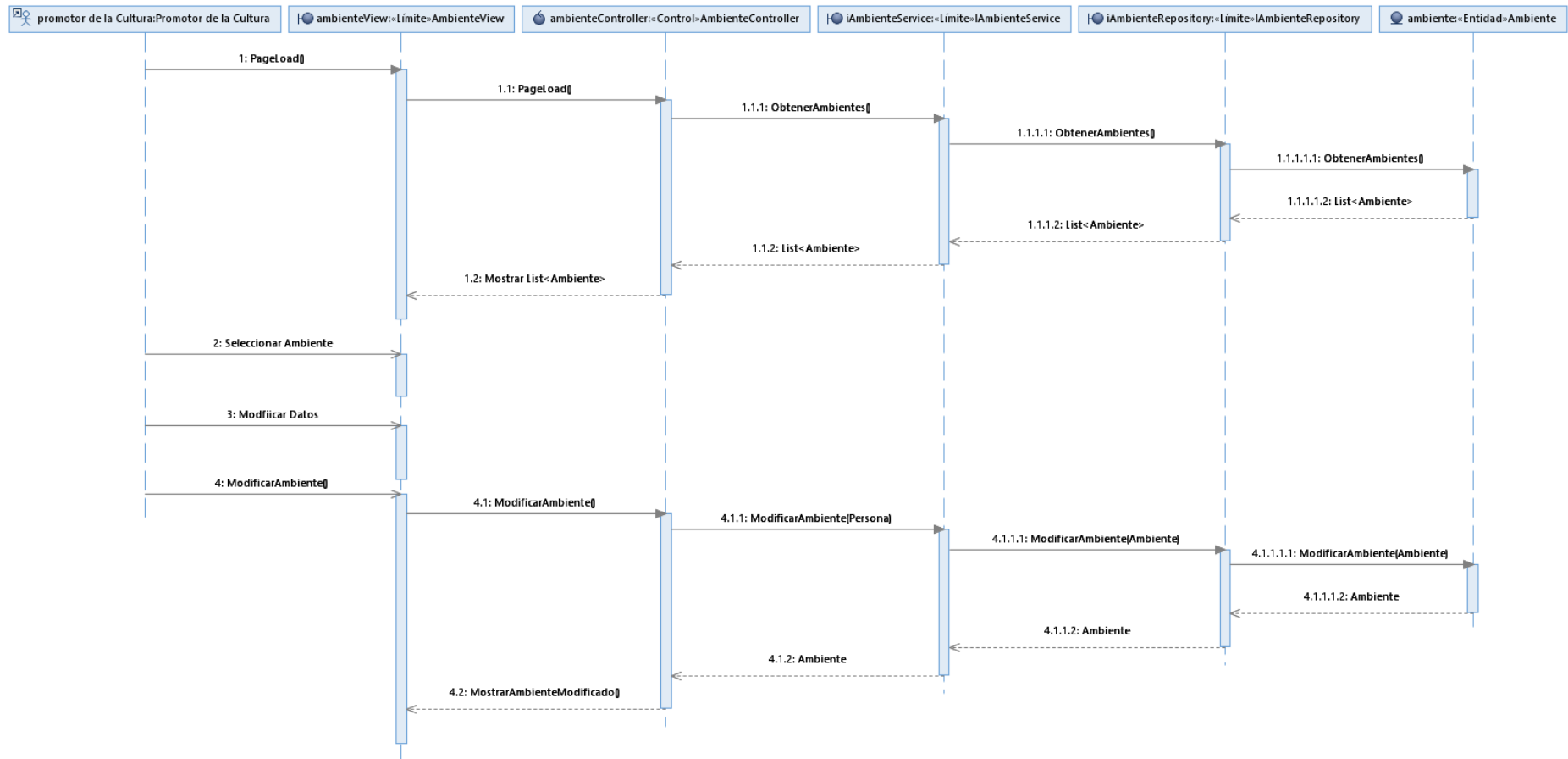


Figura 18 Diagrama de flujo ambiente modificar

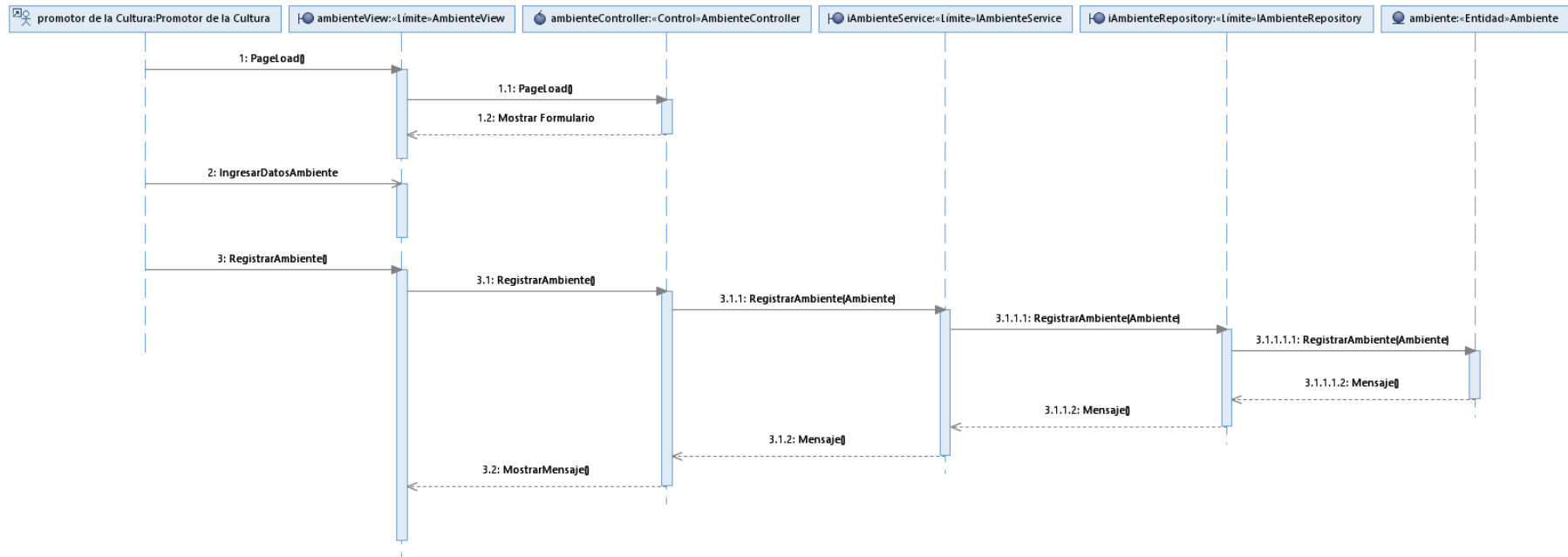


Figura 19 Diagrama de flujo ambiente registrar

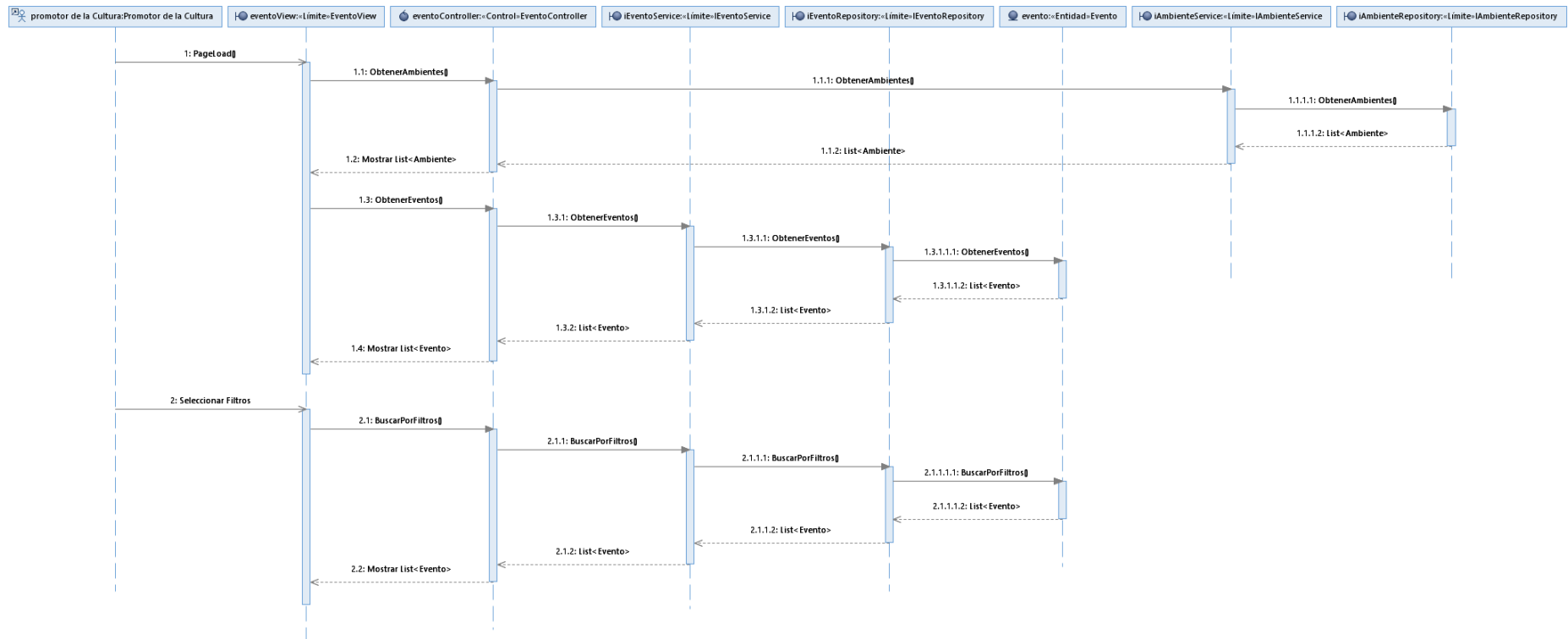


Figura 20 Diagrama de flujo evento buscar

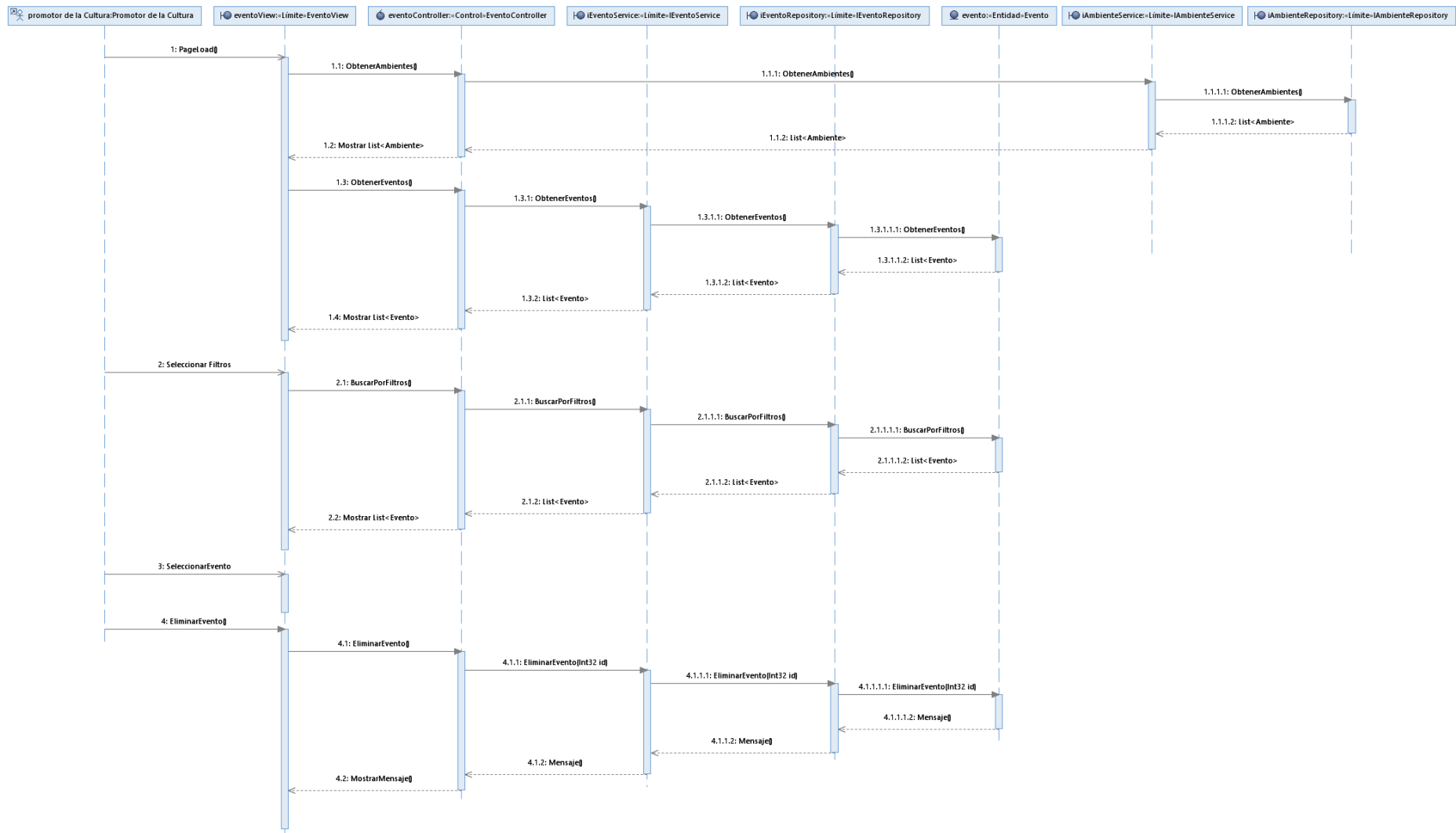


Figura 21 Diagrama de flujo evento eliminar

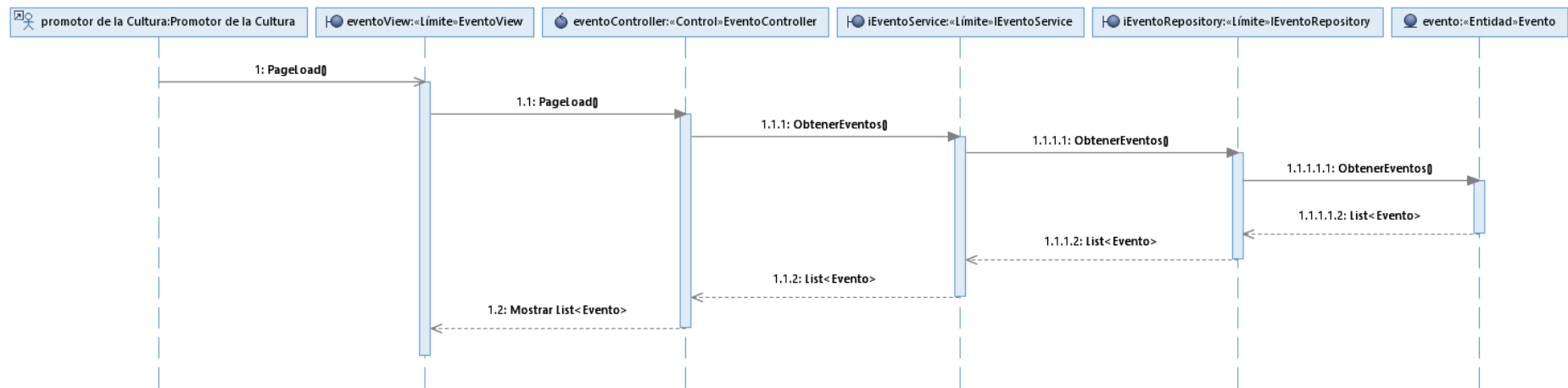


Figura 22 Diagrama de flujo evento listar

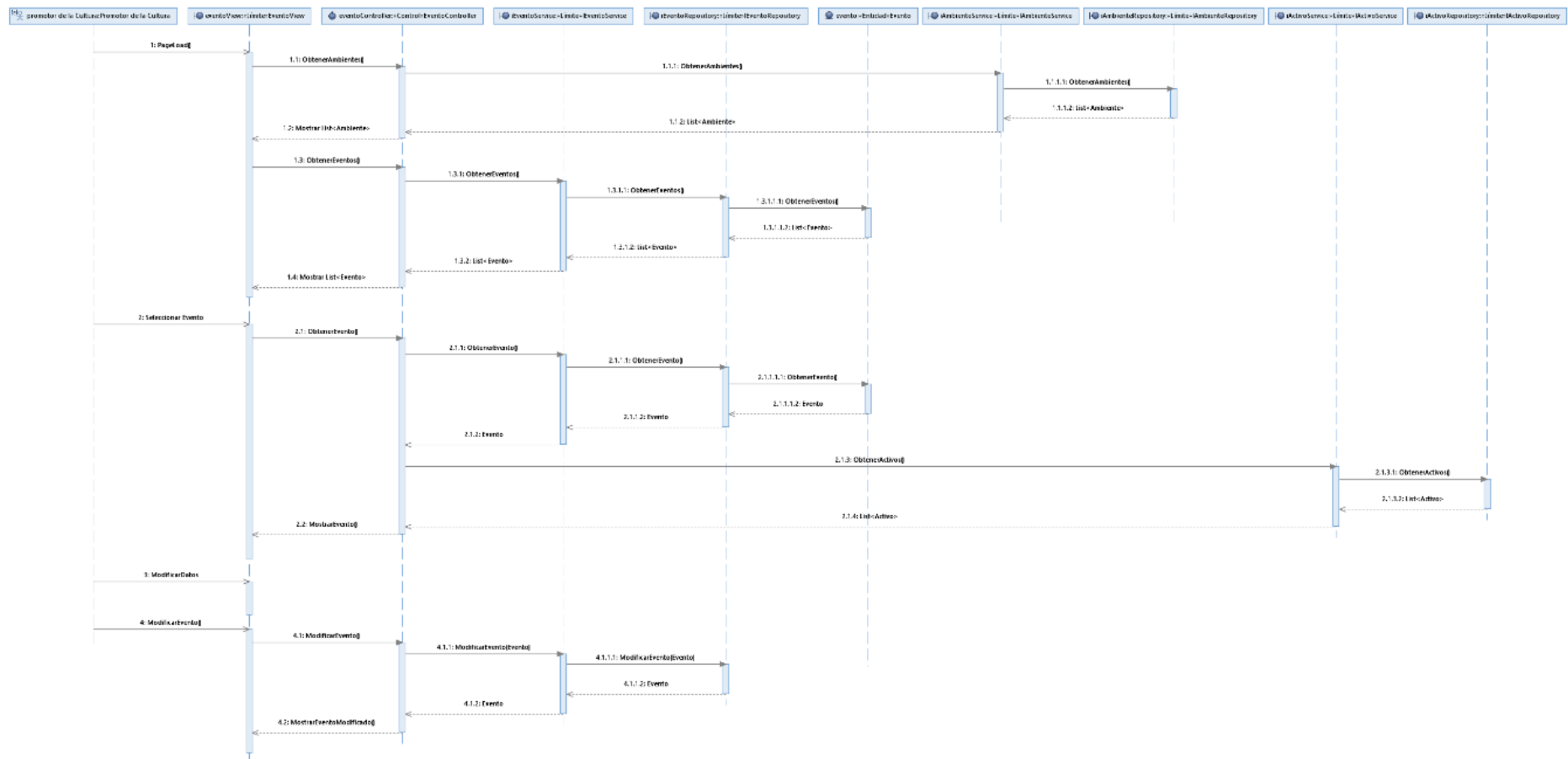
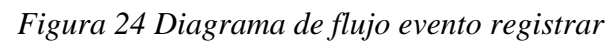


Figura 23 Diagrama de flujo evento modificar



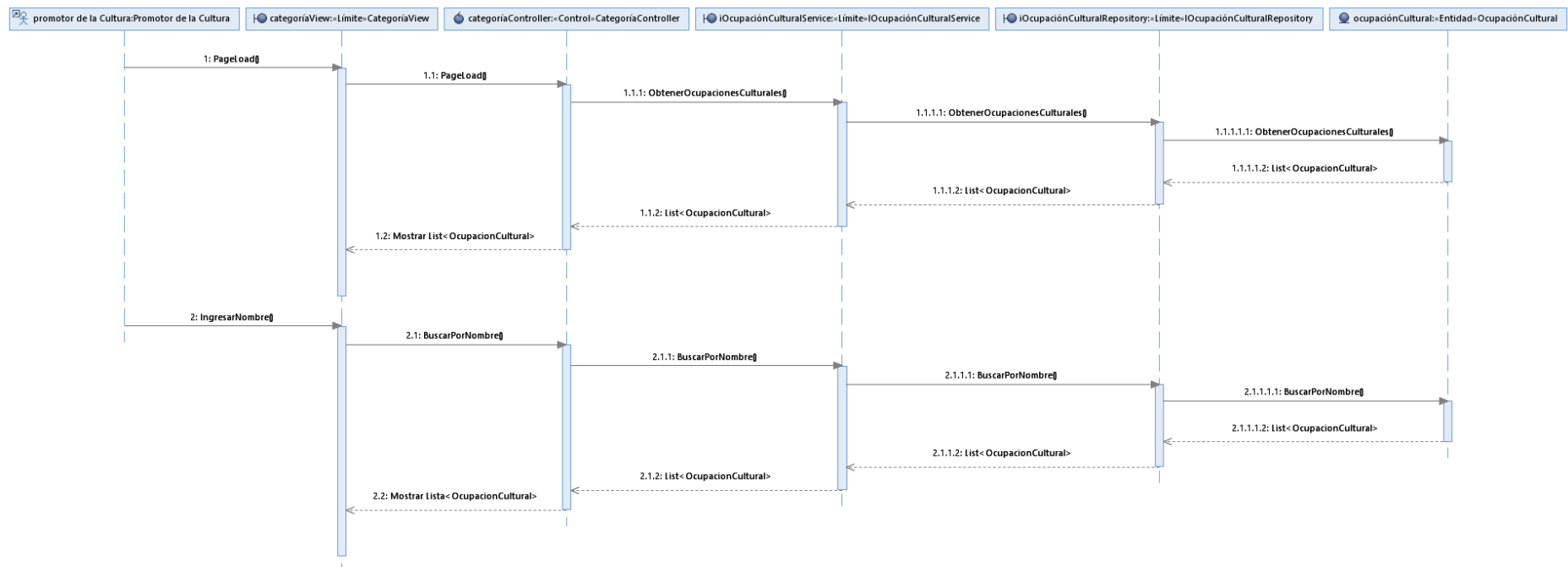


Figura 25 Diagrama de flujo ocupación cultural buscar

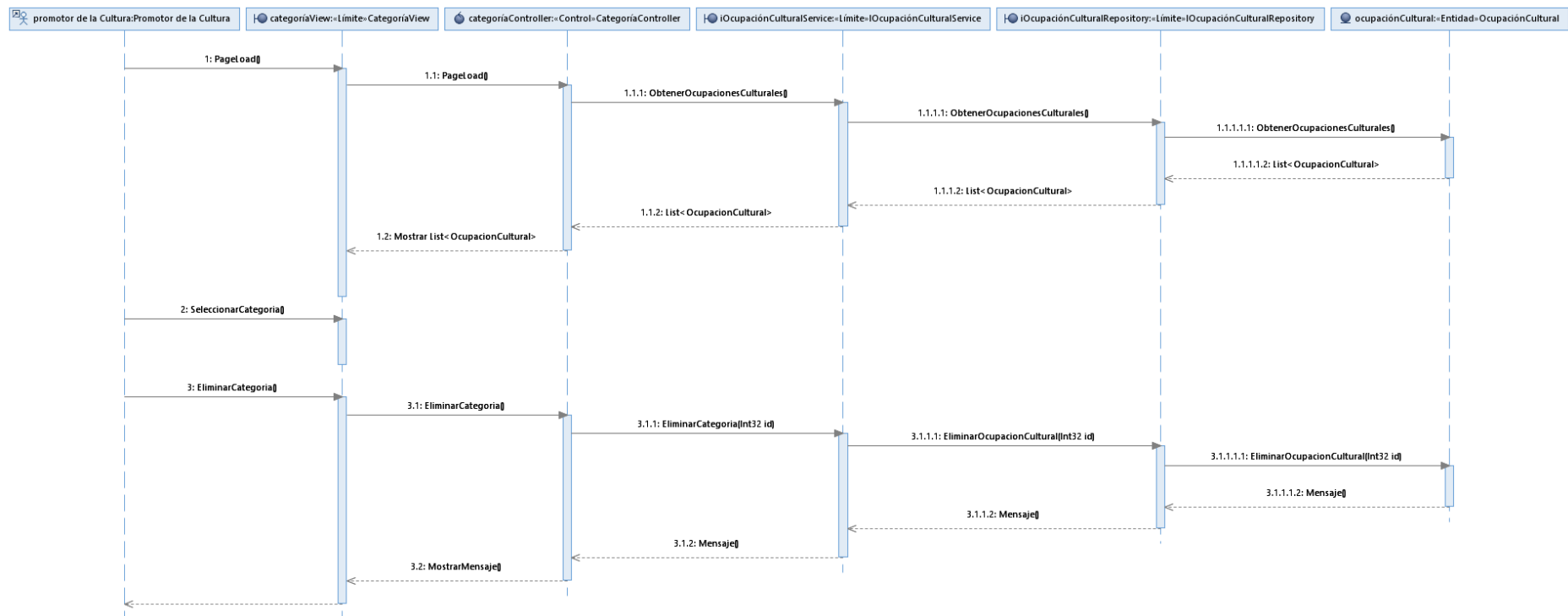


Figura 26 Diagrama de flujo ocupación cultural eliminar

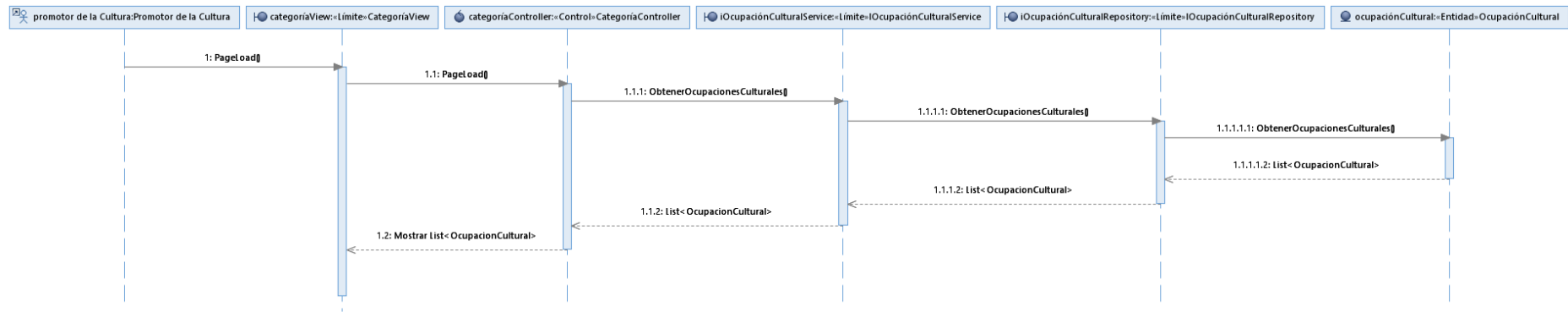


Figura 27 Diagrama de flujo ocupación cultural listar

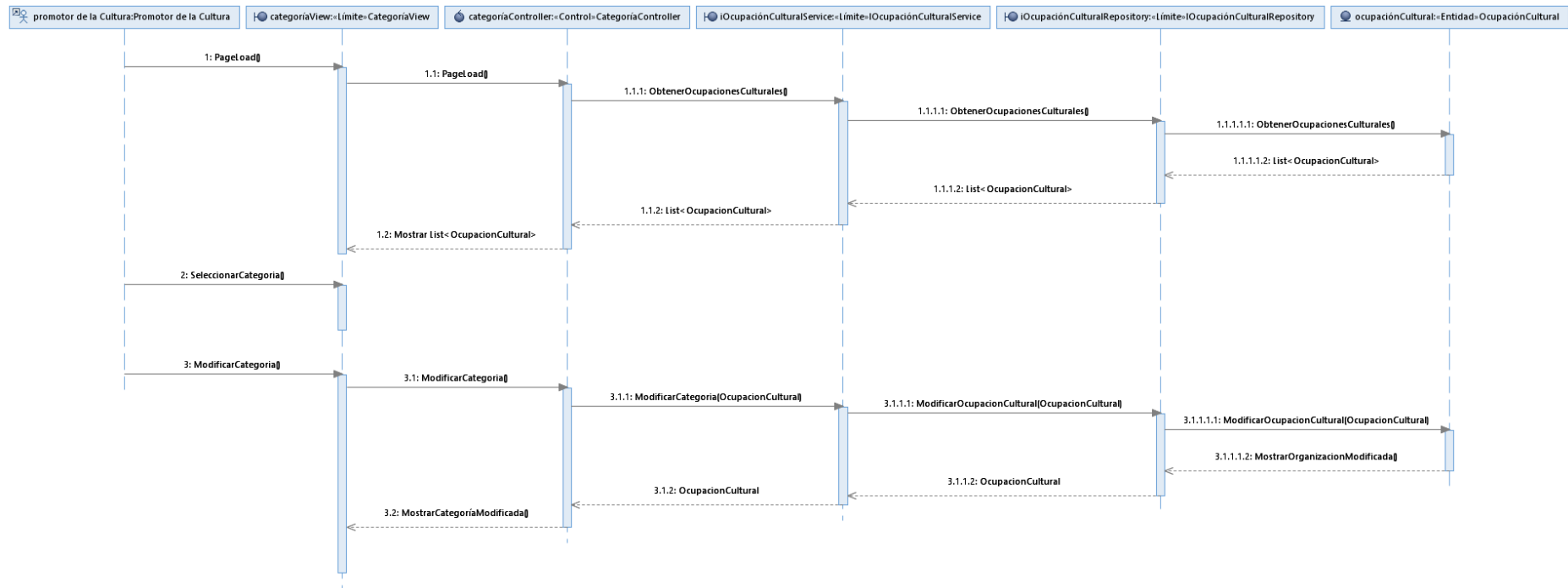


Figura 28 Diagrama de flujo ocupación cultural modificar

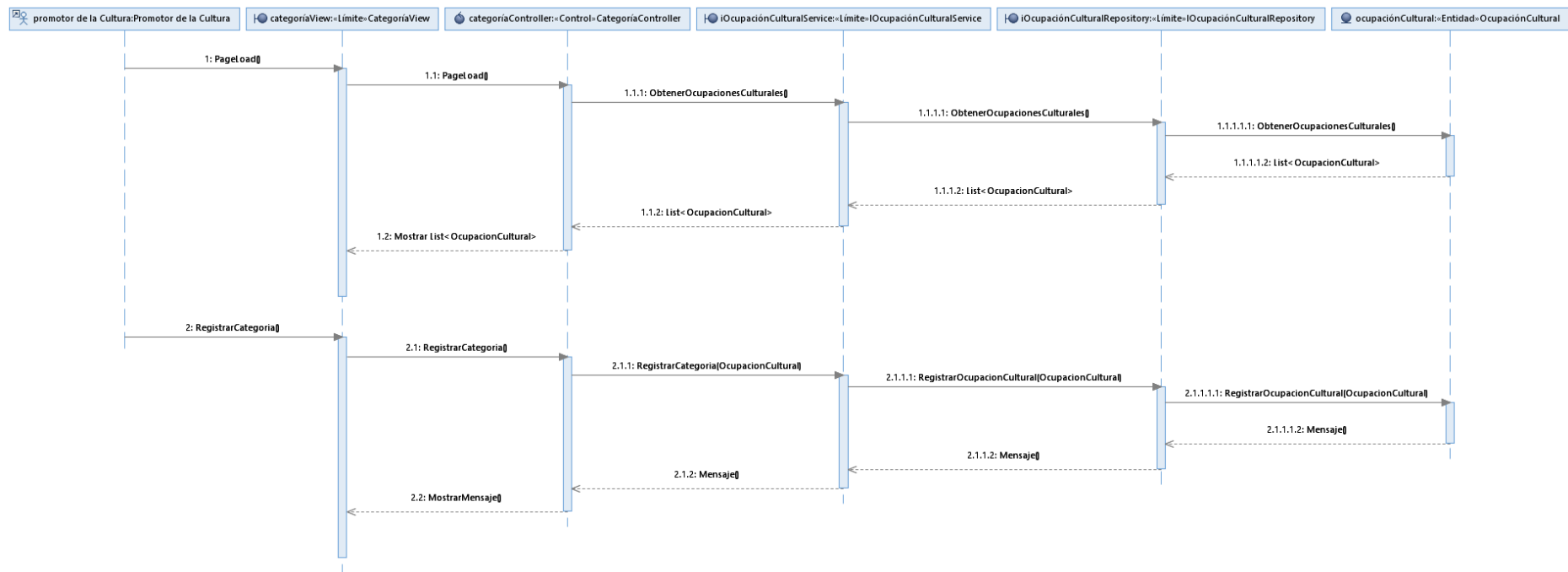


Figura 29 Diagrama de flujo ocupación cultural registrar

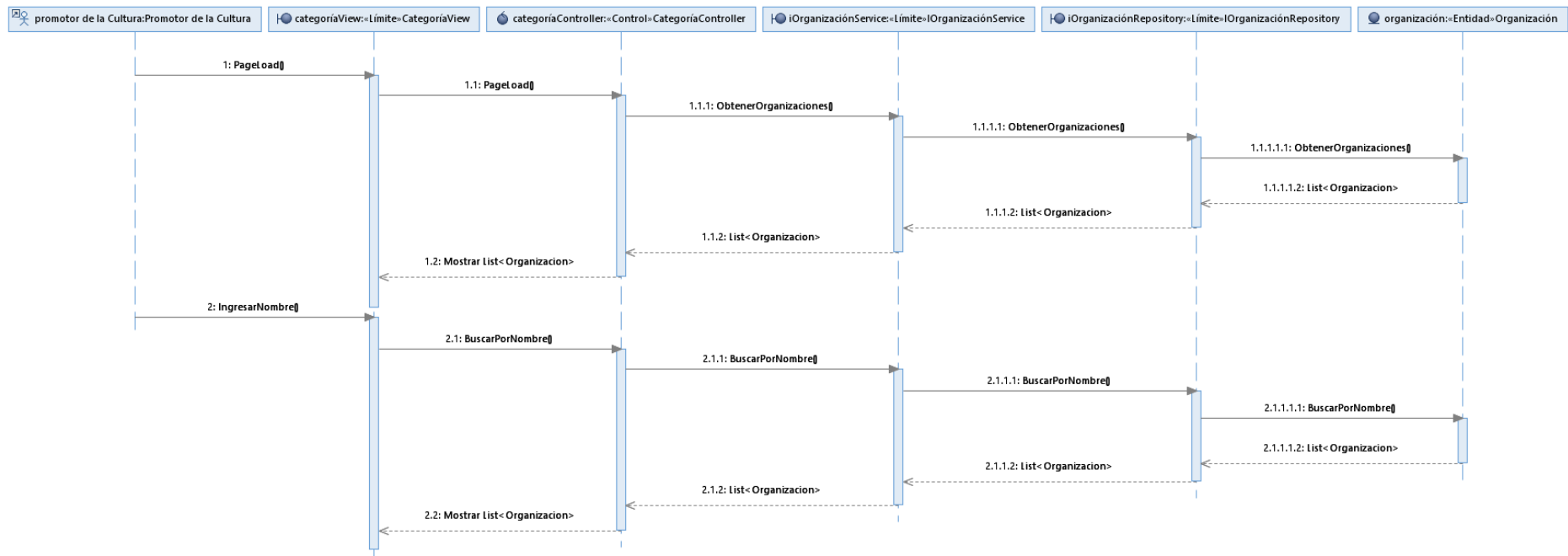


Figura 30 Diagrama de flujo organización buscar

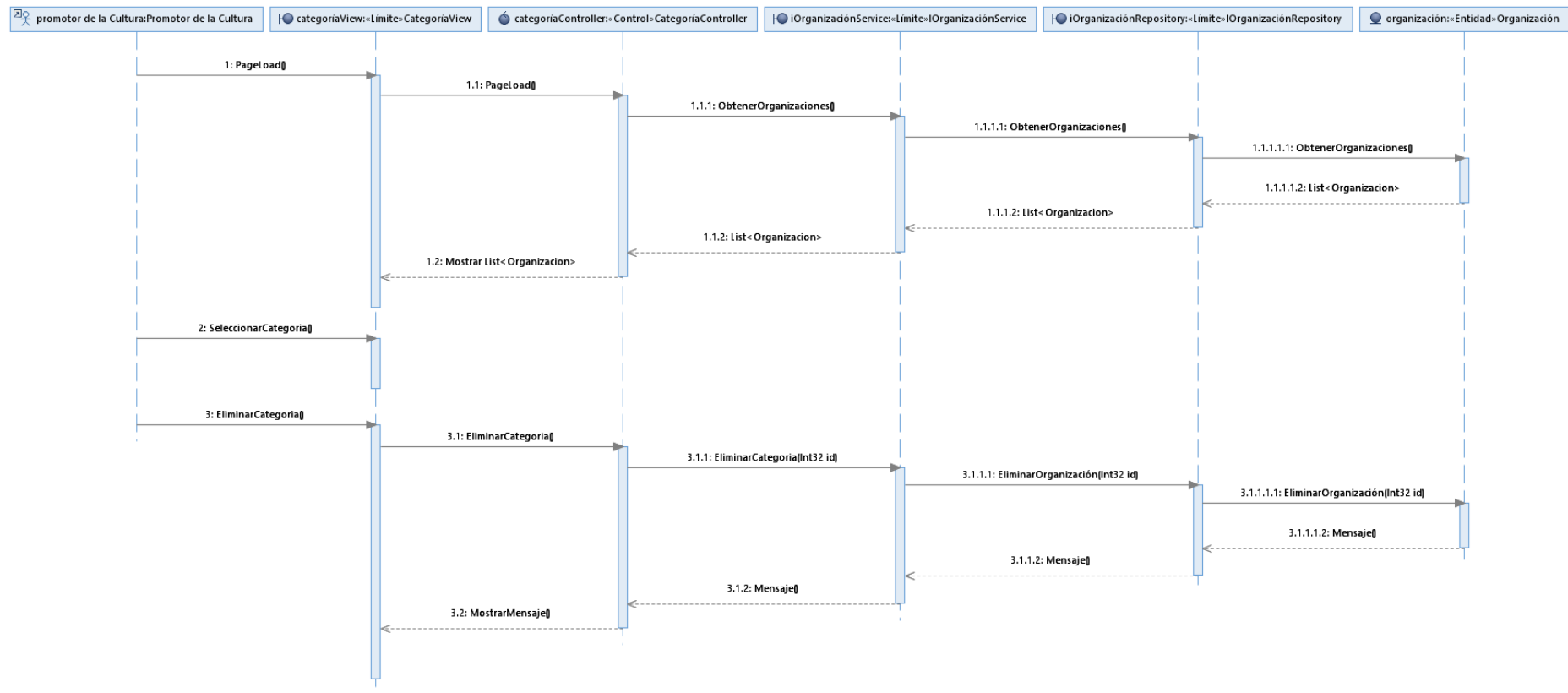


Figura 31 Diagrama de flujo organización eliminar

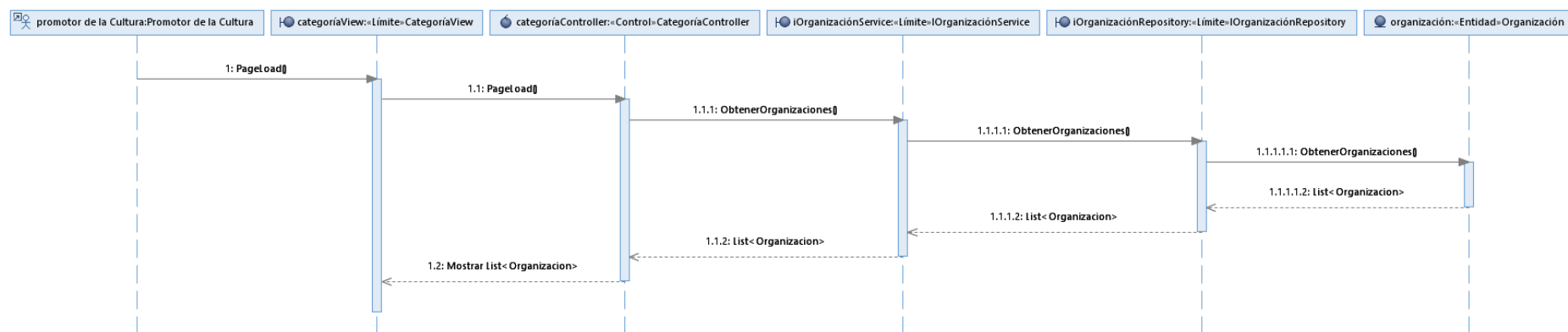


Figura 32 Diagrama de flujo organización listar

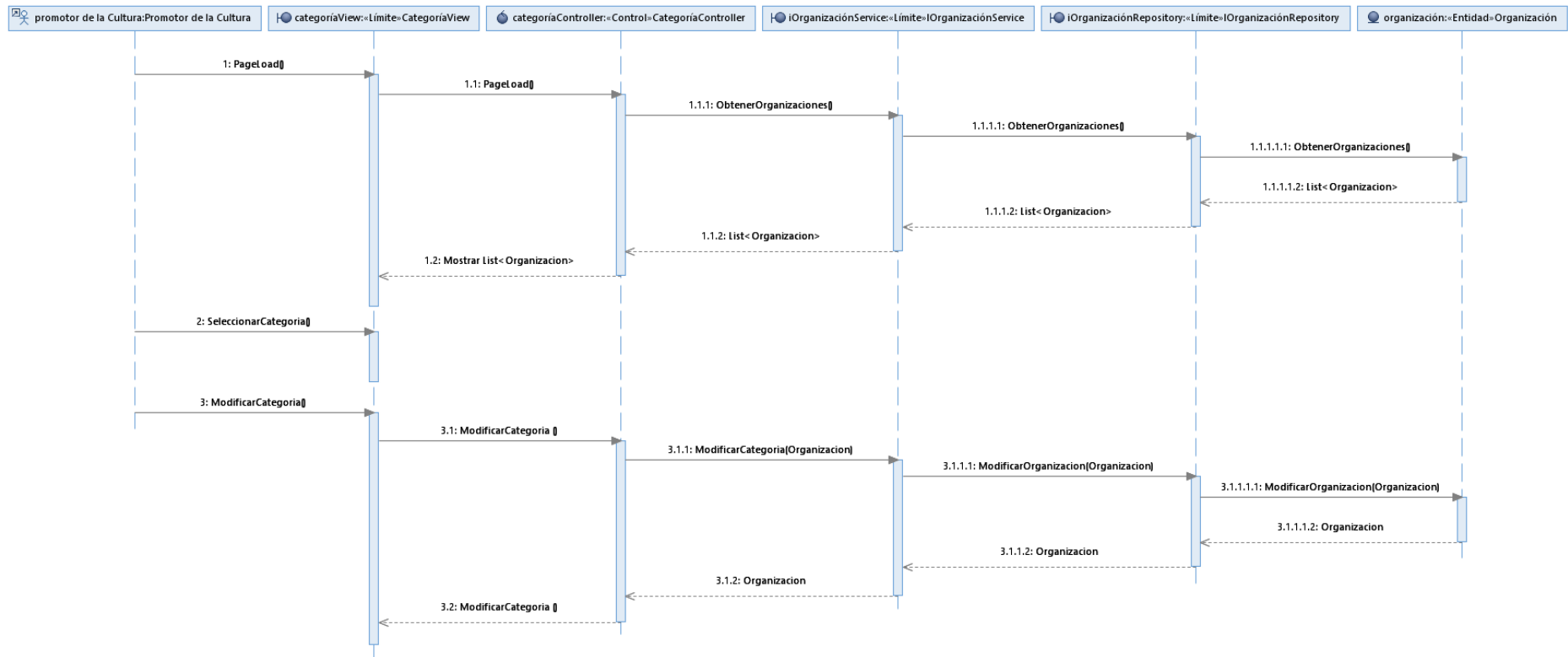


Figura 33 Diagrama de flujo organización modificar

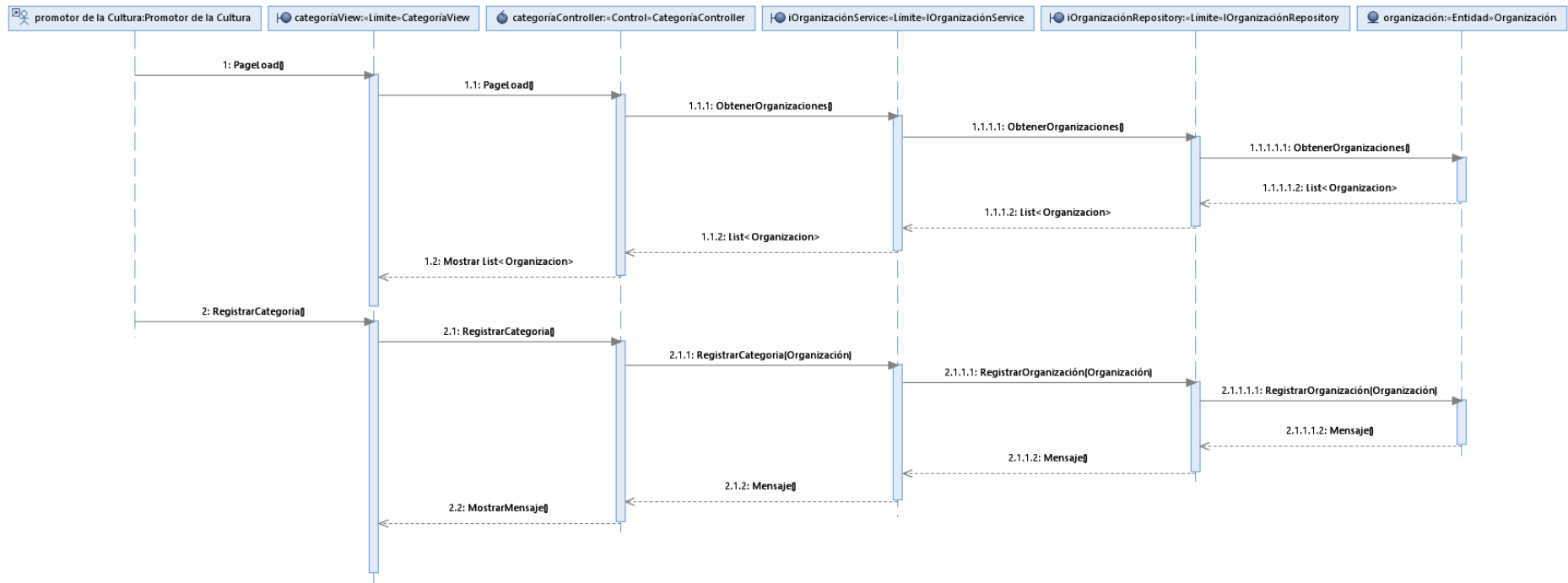
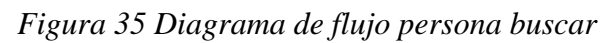


Figura 34 Diagrama de flujo organización registrar



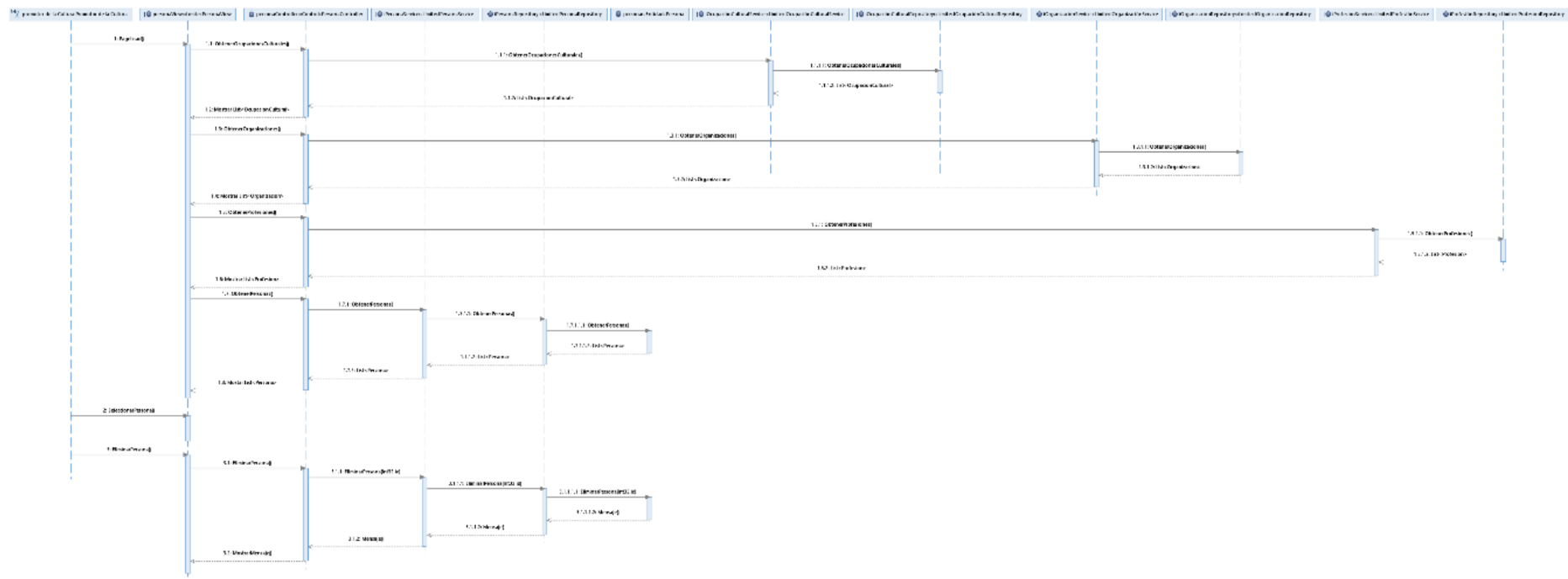


Figura 36 Diagrama de flujo persona eliminar

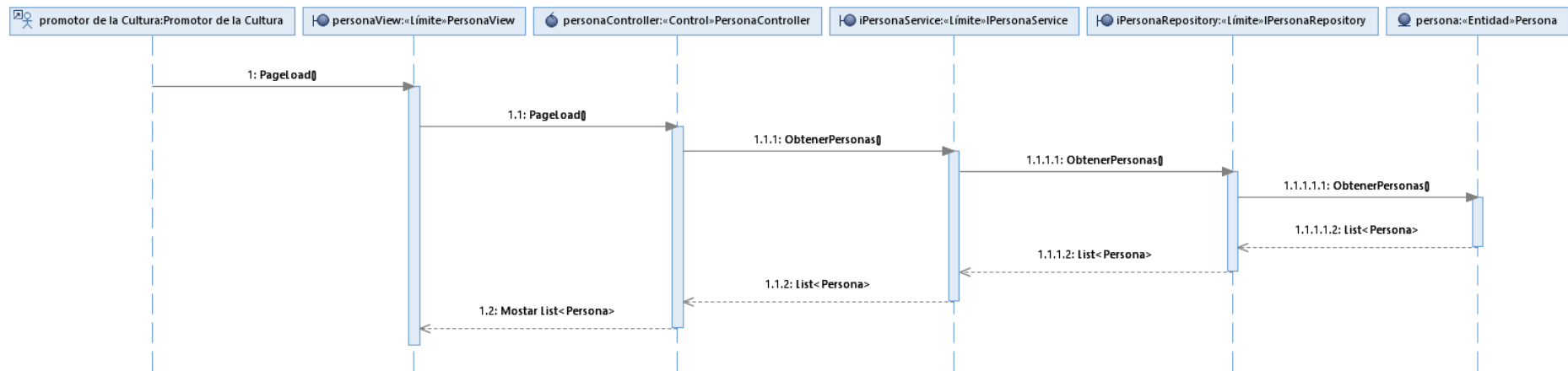


Figura 37 Diagrama de flujo persona listar

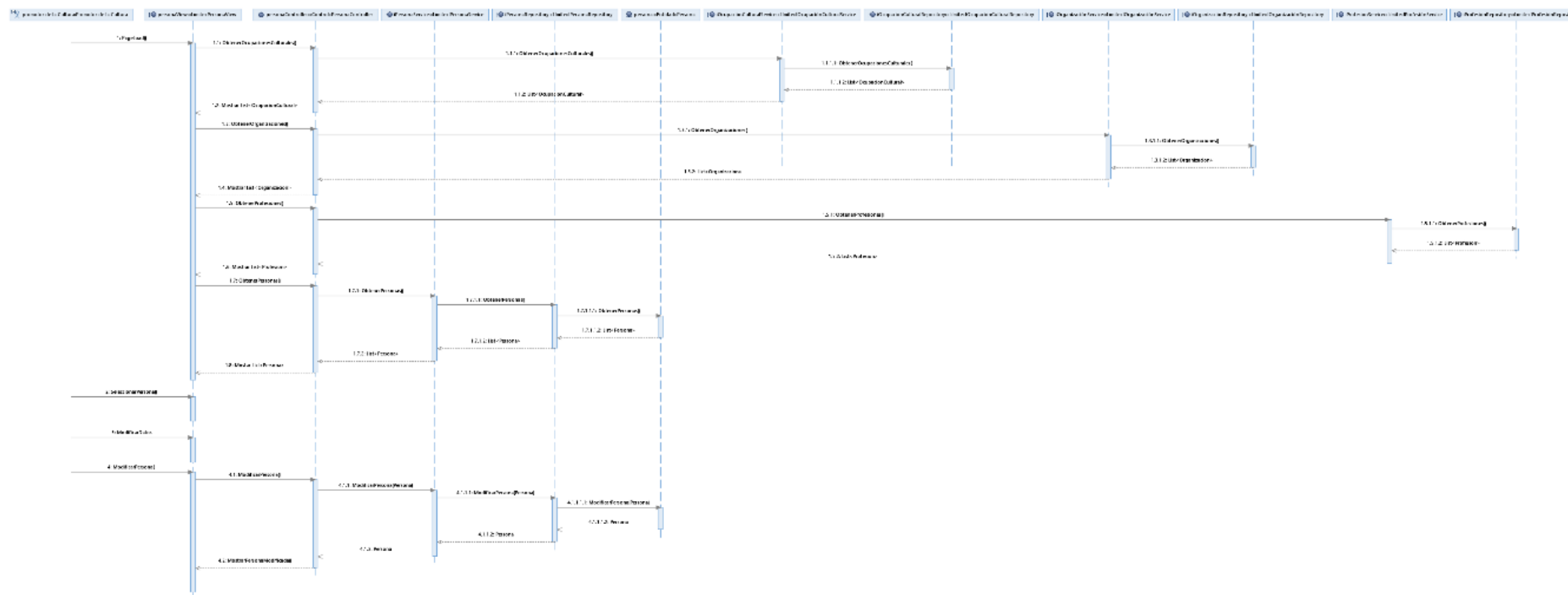


Figura 38 Diagrama de flujo persona modificar



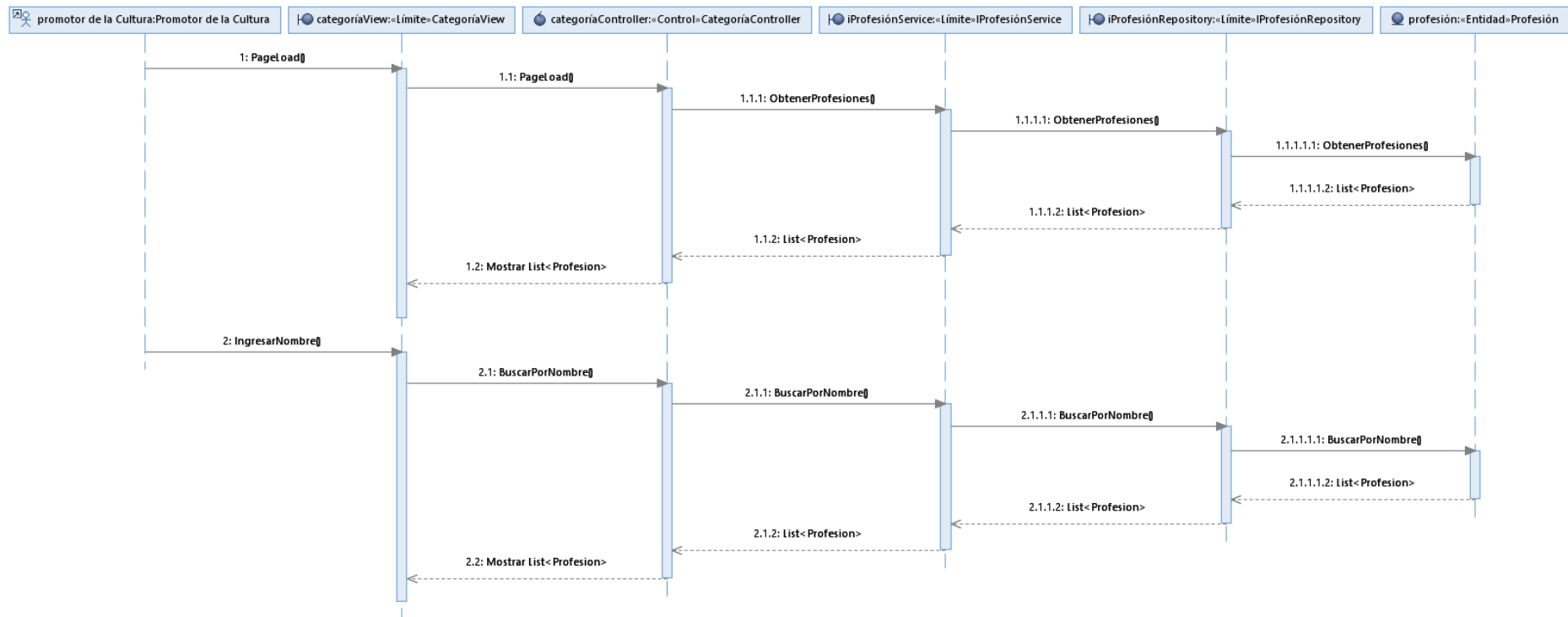


Figura 40 Diagrama de flujo profesión buscar

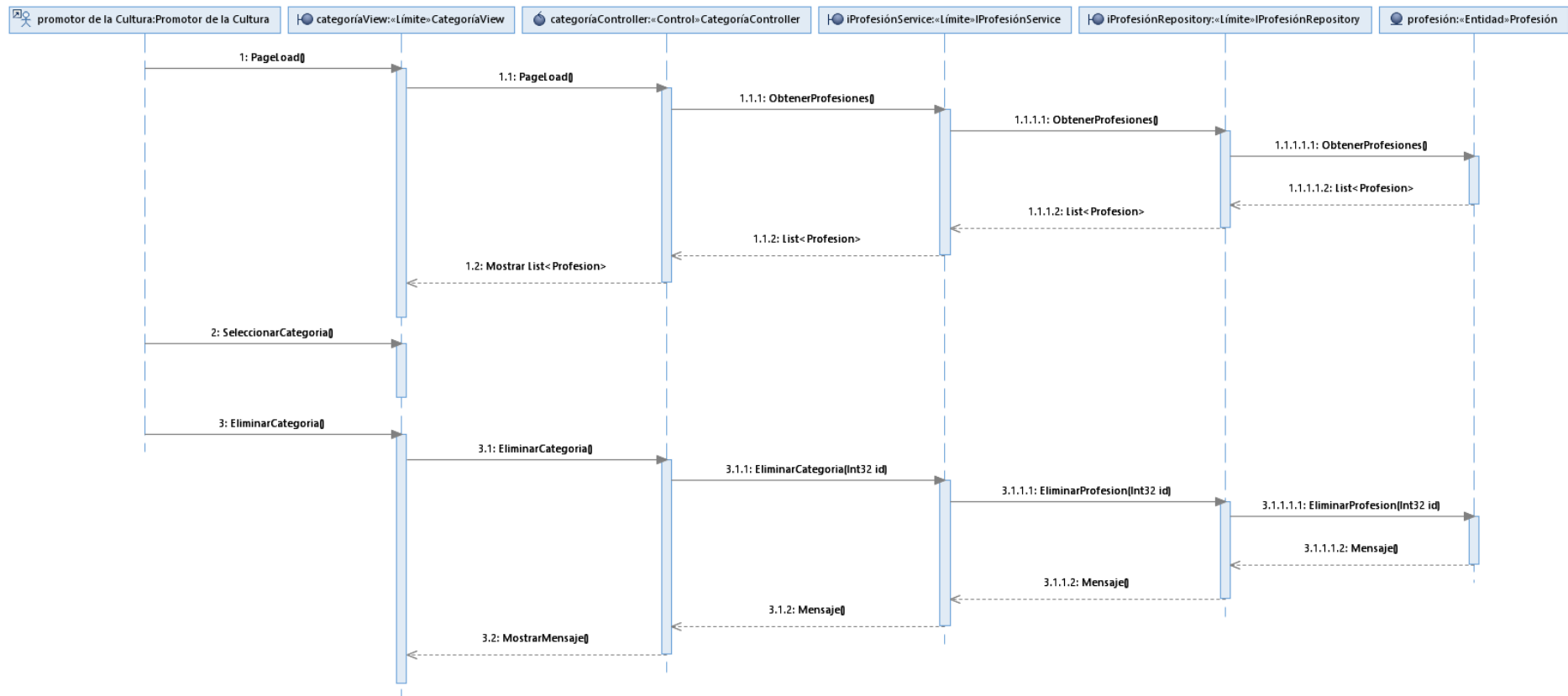


Figura 41 Diagrama de flujo profesión eliminar

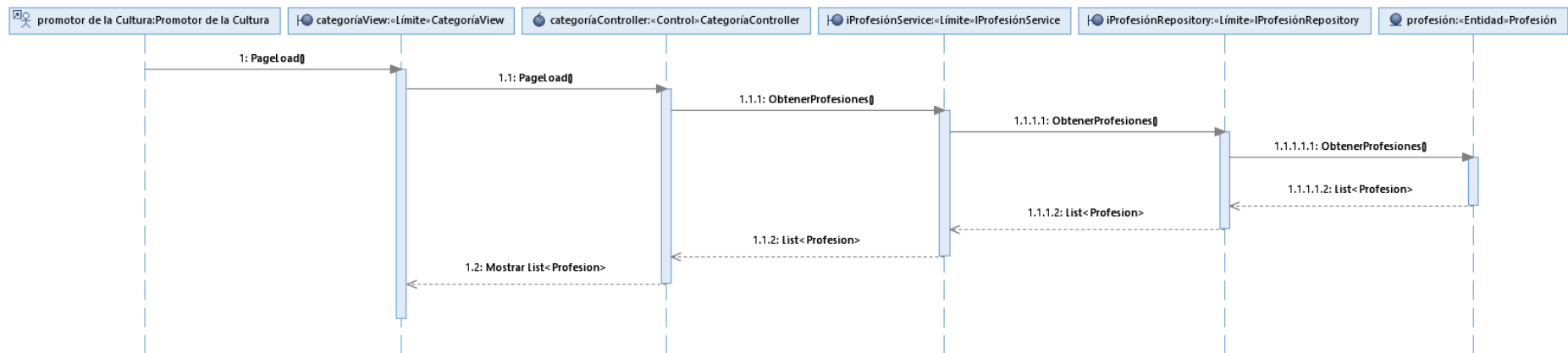


Figura 42 Diagrama de flujo profesión listar

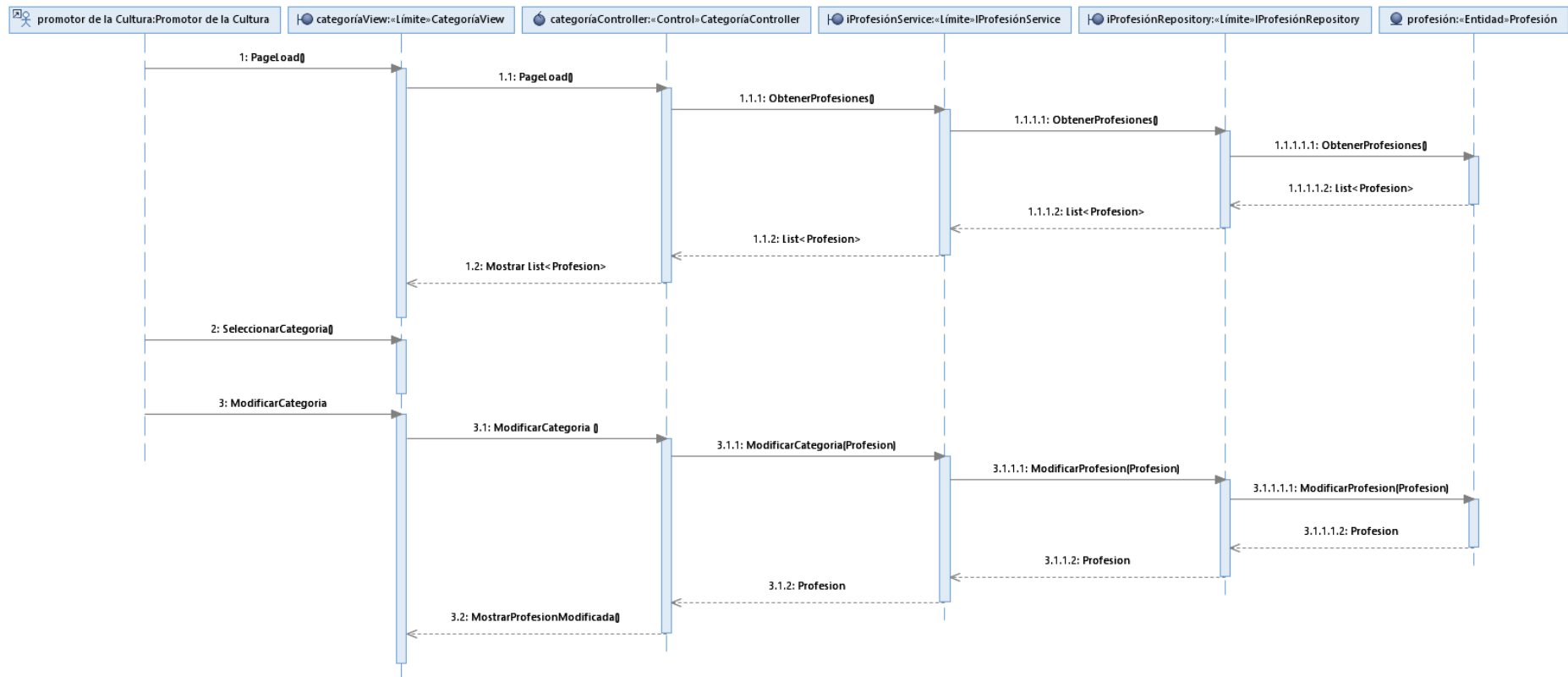


Figura 43 Diagrama de flujo profesión modificar

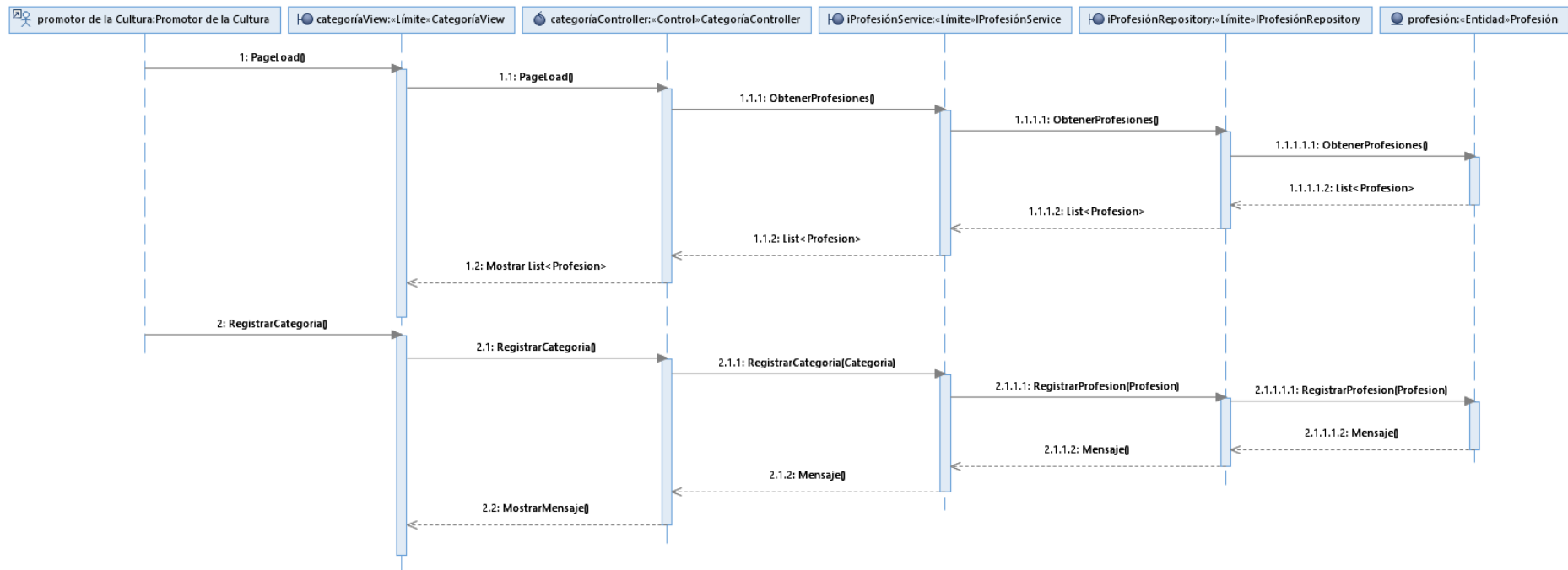


Figura 44 Diagrama de flujo profesión registrar